

南太平洋における外洋表層性魚類の生物地理学的研究,特にアロツナス*Allothunnus fallai*の生態的役割について

著者	谷津 明彦
学位授与機関	東京水産大学
学位授与年度	1994
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00000712/

南太平洋における外洋表層性魚類の生物地理学的研究，
特にアロツナス *Allothunnus fallai* の生態的役割について

Zoogeography of the Epipelagic Fishes in the Waters of the South Pacific and
the Pacific Sector of the Subantarctic,
with Special Reference to the Ecological Role of Slender Tuna, *Allothunnus fallai*

平成6年度

(1994)

谷津明彦

Akihiko Yatsu

目 次

序 論	1
第1章 資料と方法	
1.1 資料	5
1.2 研究方法	5
表	11
図	15
第2章 外洋表層性魚類の分布パターン	
2.1 海洋学的背景	17
2.2 各魚種の分布の特徴	22
2.3 考察	38
図	42
第3章 外洋表層性魚類の群集構造	
3.1 群集の南北変化と海洋構造の関係	109
3.2 群集の類型化	111
3.3 地理区間の群集構造の比較	113
3.4 群集構造の季節変化	118
3.5 考察	120
表	122
図	123
第4章 アロツナスの生態的役割	
4.1 アロツナスの体長組成	138
4.2 アロツナスの成熟状態	140
4.3 アロツナスの食性	140
4.4 アロツナスの被食	143
4.5 考察	144
表	148
図	153
第5章 総合考察	
5.1 外洋性ネクトンとプランクトンの分布	159
5.2 外洋表層性ネクトンの季節回遊	160
5.3 南北太平洋の生態的類似種	163
図	167
第6章 要約と結論	168
謝 辞	173
引用文献	175
付 表	187
付 図	192

序 論

外洋表層域 (epipelagic zone) には、単純であるが独特の魚類群集が形成されている (Parin, 1967) . 外洋表層域とは大陸棚から離れた海洋の有光層ないし透光層 (van der Spoel and Heyman, 1983) または水温躍層以浅 (Parin, 1967) であり、外洋域の有光層 (euphotic zone) と透光層 (disphotic zone) の下限は各々約80mと約200m、水温躍層は標準的には200m以浅とされる. van der Spoel and Heyman (1983) は表層の定義として透光層を採用するのが最も实际的であるとしながら、透光層のデータは少なく動物地理学的には水温が重要であるため、熱帯から亜熱帯では15°Cの等水温面より上層を"epipelagic", 極前線以北の極域の200m以浅をepipolar-pelagic域、極前線と亜熱帯前線の間 (亜寒帯・亜南極域) の200m以浅をepiboreal域と呼んだ. 本研究では、van der Spoel and Heyman (1983) の"epipelagic", epiborealおよびepipolar-pelagic域を総称して外洋表層 (epipelagic) と呼ぶこととする.

生活周期に基づくと外洋表層性魚類は以下の2群に大別できる (Ekman (1953) およびParin (1967) を改変) .

(1) 全外洋表層性魚類 (holoepipelagic fishes)

外洋表層域で生活史の全部または大部分を過ごす. 代表的なものにネズミザメ属, ヨシキリザメ, トビウオ科, サンマ科, カジキ類, マグロ属, シマカツオ科, マンボウ科などがある.

(2) 一時的な外洋表層性魚類 (meroepipelagic fishes)

生活史の一部を外洋表層域で過ごす. ニシン科, サケ科, ウナギ科, ヨコエソ科, ハダカイワシ科などがある.

外洋表層性魚類は生態的にも単純であり、それは外洋域の海洋学的安定性に起因するとされる (Parin, 1967) . 外洋表層性魚類はプランクトン食性か大型動物食性のいずれかであるが、プランクトンだけを食する魚類は、成魚ではサンマ科, トビウオ科, マンボウ科などに過ぎず、大型動物食性魚の餌料選択性は低いといわれる (Parin, 1967) .

北太平洋の外洋表層性魚類・頭足類ネクトンの生態学的研究は、主として流し網漁法により得られた標本により行なわれてきた（例えば、三島ほか, 1981; 河野, 1987; Yatsu et al., 1993; Brodeur and Ware, MS）。これは、さけます漁業およびいか流し網漁業の重要性と密接に関連していた。流し網漁法は各種海洋生物を混獲するために批判を招いたが、このことは逆に群集構造を知る上で優れた採集方法であるといえる。

かつて、南太平洋¹は基礎生産力が低く「海の砂漠」と考えられていた。その後の調査研究により、動物プランクトン現存量は南太平洋中央水（亜熱帯域）では著しく低いが、ニュージーランド東岸沖やペルー海流域は南極海に劣らないレベルであること（Reid, 1962; Knox, 1970）、 $40^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{S}$ の亜熱帯前線域では有光層におけるクロロフィル *a* と ^{14}C 取り込み速度が南極域に匹敵すること（El-Sayed, 1970）などが明らかとなった。さらに、1970年代中期から南東太平洋において中層トロール漁法により、旧ソ連や東欧諸国などが年間100万トン以上のチリマアジ資源を漁獲するに及び（Vinogradov et al., 1990; Elizarov et al., 1993）、南太平洋外洋域はもはや「海の砂漠」とは考えられなくなった。南極海は莫大なナンキョクオキアミの資源量とかつての捕鯨業により、周知のように高い生産力を有し、隣接する亜南極域もイワシクジラ漁場を支えた相当生産力の高い海域である（Kawamura, 1974）。亜南極域で鯨類以外に直接2次生産（動物プランクトン）を利用する可能性のある生物として河村（1971）はアロツナス（*Allothunnus fallai* Serventy, 1948）の可能性を指摘した。

アロツナスはサバ科に属する1属1種で、系統的にはマグロ族（Thunnini）の一員とされる（Cressey et al., 1983）。本種は南半球固有であり、北太平洋からは所謂迷いこみと思われる Los Angeles Harbor（カリフォルニア）から成魚の一例、およびパラオ周辺で漁獲されたバショウカジキの胃内容から得られた幼魚1尾が知られているに過ぎない（森, 1972; Collette and Nauen, 1983）。海洋水産資源開発センター（Japan Marine Fishery Resources Research Center:

¹ 亜熱帯前線より南は南大洋（Southern Ocean）とよばれ、厳密には南太平洋と区別されるが、本論では便宜的に南大洋の北部である亜南極域も南太平洋の一部として扱った。

JAMARC) が南太平洋において1982～1989年に行った表層流し網調査により、本種が南太平洋の亜熱帯域および亜南極域で極めて豊かに分布することが明らかとなった。南太平洋産の外洋性魚類の多くが北太平洋に同種または系統的近縁種(カウンターパート)を有する。これらは南北太平洋において同様な生態的役割を演ずると考えられる。例を挙げれば、ニシネズミザメ (*Lamna nasus*) - ネズミザメ (*L. ditropis*) , ニシシマガツオ (*Brama brama*) - シマガツオ (*B. japonica*) , クサカリツボダイの1種 (*Pseudopentaceros richardsoni*) - クサカリツボダイ (*P. wheeleri*) などである。なお、南太平洋産種は北大西洋にも分布する例が多く(谷津・中野, in press) , ニシシマガツオやニシネズミザメの和名も、大西洋での分布に由来したものと思われる。アロツナス属が基本的に北太平洋に分布しないことから、南太平洋外洋生態系におけるアロツナスの役割、および北太平洋における生態的類似種の有無が注目される。

アロツナスの食性は、従来、亜熱帯域ないし沿岸域から得られた少数の標本に基づき報告されていたに過ぎない(Olsen, 1962; Fitch and Craig, 1964; 森, 1967; Wolfe and Webb, 1975) 。それらによると、胃内容物としては、オキアミ類、端脚類、小型魚類、イカ類、その他プランクトンおよびウミアメンボウ類(*Halobates*)が見られた。藁科・久田(1972)は、延縄での混獲が希であること、胃内容物、発達した鰓耙(Nakamura and Mori, 1966)および脳髄の形態²(内橋, 1970)に基づき、アロツナスは外洋表層性のプランクトン食性魚であると結論を下した。一般にマグロ類の漁獲に有効な延縄漁法でなく、流し網により南太平洋で海洋水産資源開発センターがアロツナス資源の開発に着手したのもこのためである。

このように、南太平洋亜南極域はチリマアジ、アロツナス、イワシクジラなど相当量の動物プランクトン食生物を維持する、生産性の高い海域であることが近年明確になった。また、1次消費者である動物プランクトンの研究もある程度進められた(Vinogradov, 1968; Bary, 1970) 。しかし、2次消費者以上については、

²血嚢体(succus vasculosus)が見られないこと、前・後小脳葉がよく発達することから、内橋(1970)は水深100m以浅の表層に限りアロツナスが分布すると推定した。

未だ分布すら十分に把握されていない例が多い。例えば、近年F A Oにより出版された包括的図鑑 (Collette and Nauen, 1983; Roper et al., 1984) でも、本海域の分布が疑問符付きで示される例が多い。

そこで、本研究では流し網の漁獲にもとづき南太平洋外洋表層域における魚類・頭足類ネクトンの分布、群集構造とその季節変化を明らかにするとともに、南太平洋外洋表層生態系の重要種であるアロツナスの生態的特徴の解明を目的とした。さらに、南北太平洋間で流し網漁獲と主要種の生態を比較し、南大洋固有種の生態系における役割を論じることとした。

McGowan (1974) は生物地理学の目的を以下の6項目にまとめた。(1) 種の把握、(2) 種の分布パターンと密度の量的把握、(3) 分布パターン維持機構の解明、(4) 分布パターンの成立過程の解明、(5) 群集 (community) の記載、(6) 生物群集－生態系の構成と機能の把握。本論文は、歴史的生物地理学的要素 (4) を除き、ほぼこれらの項目に沿って展開する。

第1章 資料と方法

1.1 資料

(1) 流し網漁獲データおよび海洋観測データ

1982年～1989年の8～4月にタスマン海および南太平洋で海洋水産資源開発センターが行なったアロツナス新資源開発調査，シマガツオ新資源開発調査，流し網新漁場開発調査で得られた1,254回の流し網漁獲記録および同数の海洋観測記録を用いた（表1-1）．さらに，これら流し網調査における漁獲組成との比較のため，1978年～1983年に北太平洋で海洋水産資源開発センターが行ったシマガツオ新資源開発調査による1,056回の流し網漁獲記録を用いた（表1-1）．南太平洋での調査別年月別の操業位置を付図1に示した．

(2) 生物学的データ

上記調査のうち，筆者が乗船した1985年9月～1987年2月の間に，アロツナスの体長組成，体長，体重，性，生殖腺，胃内容物およびアロツナスの潜在的捕食者である大型魚類の体長，体重，胃内容物の調査記録を用いた．

1.2 研究方法

(1) 海洋観測

流し網の各操業前に，天候，風向，風力，気圧，気温，水色，透明度，水温の鉛直分布を記録した．水色はフォレル水色計，透明度はセッキ板を用いて測定した．海水用棒状温度計により表面水温を，また，投棄式水温計（XBT）により表面から約460mまでの水温を測定した．

(2) 流し網操業

表層性ネクトンの採集を表層流し網により行った．流し網の深さは約10m，伸長した目合は104～216 mmであった（表1-2）．網地の材質はナイロン・マルチフィラメントが主体で，ナイロン・モノフィラメントおよびマルチストランドも若干

使用された。流し網の網目選択性 (Yatsu and Watanabe, 1987) から見て尾叉長 (fork length: FL) 63~82cmのアロツナスに適した150~180mm目合が最も多用された。1回の操業では、通常14~32kmの流し網を夕刻から翌朝に設置した。時化などにより使用反数は変動した。

操業位置の選定は、あらかじめ設定した定線に沿って連続して行った場合と、アロツナスやニシシマガツオなどの好漁が期待できる水域で行った場合があったが、新資源開発という調査の目的上、後者の比率が高かった。

(3) 漁獲の記録方法と標準化

漁獲試験記録項目は、年月日、月齢、投網開始位置と時刻、投網終了位置と時刻、揚網開始位置と時刻、揚網終了位置と時刻、投網針路、投網距離、揚網方向、投網反数、有効反数、流し網の漂移（方向と速度）、魚種別漁獲量であった。有効反数は、棒巻き、破網など正常に機能していなかった部分を除いた反数である。使用した1反の長さ（上柵網付け長）は32または36mであったため、本研究では1反を50mに標準化した。

流し網の漁獲物は、デッキに揚げられた全数を魚種別目合別に記録した。大型魚類では、船上に収容不可能な場合、人為的に網から船外へ投棄したものも漁獲尾数に含めた。すなわち、漁獲尾数は自然に脱落したものを除く全羅網数である。魚種は原則的に表1-2に示す主要種リスト¹に基づき記録した。魚種の査定に経験の深い調査員が乗船した場合は、さらに下位の分類群別（表1-3）に漁獲尾数を記録した。漁獲重量は、多獲された魚種ではサブサンプルによる平均体重から推定し、少量の漁獲は全数を測定した。ただし、大型サメ類の場合は既に知られている体長-体重関係により推定して求めた。

単位努力量当たり漁獲尾数は、1回の操業における漁獲尾数を流し網の有効反数（50mに標準化）1,000反で除した値（尾数CPUE）または漁獲尾数を同様に計算した重量CPUEとした。単にCPUEと記す場合は尾数CPUEを意味する。

¹文献などに基づき、予想された多獲魚種リストが調査航海の前に海洋水産資源開発センターにより定められた。

流し網の漁獲は、一般に網目選択性（梨本，1979）や浸漬時刻や浸漬時間（Yatsu et al., in press）の影響を受けることが知られている．本研究で使
用した流し網は、目合150～180mmが主体であること、1夜の浸漬時刻も操業間であ
まり変動しないことから、個々の魚種のCPUEにはこれらの影響は無視できると仮定
した．しかし、同一目合に対しては魚種により、魚体の大きさにより羅網効率が
異なるため、ある水域の魚類の群集組成を知るためには、複数の網目合の全体と
して選択性を除去するように10種以上の目合で構成される非選択性流し網（高木、
1975）を使用することが適切である．従って、本研究におけるネクトン（魚類お
よび頭足類）群集とは、厳密には表層10m以浅における目合150～180mmの網目に最
も羅網し易い種および体長を中心としたものである．それにもかかわらず、今回
用いたデータは、情報の少ない南太平洋において広範囲かつ商業的漁業に準ずる
相当量の漁獲努力が払われた点で、Yatsu et al.（1993）が北太平洋の流し網漁
獲の研究で指摘したように、重要なものである．

（4）アロツナスの体長組成

1985年9月～1987年2月の操業のうち、アロツナスが漁獲された132回の操業
（20°～54° S, 74°～150° W）においてアロツナスの体長組成を測定した．各操
業において、目合104, 125, 150, 180, 216 mm各20反から成る試験網では、原則
的に全数、他の目合（150, 160, 180 mm）では、各目合100尾を無作為に漁獲物か
ら抽出し、体長穿孔カードにより尾叉長を1cm単位で記録した．

（5）アロツナスの生物学的調査

各操業では、広範囲な尾叉長を網羅するように原則的に20尾のアロツナスを漁
獲物から抽出し、合計2,257個体のアロツナス（463～896mm FL）を船上で調査し
た．観察項目は、尾叉長、体重、胃の充満度、生殖腺の状態、胃内容物重量、生
殖腺重量であった．胃の充満度は、目視により3段階に区分した：1（空胃），2
（半満），3（充満）．透明卵を有する卵巣と精子の流出が見られる精巣は完熟と
した．透明卵は見られないが卵粒を肉眼で認めた卵巣は半熟とした，卵粒も精子

流出も見られない生殖腺は未熟とした。疲弊した赤暗色の卵巣はスペントと記録した。

胃内容物は下記の分類学的区分に大別した：カイアシ類 (Copepoda) , 端脚類 (Amphipoda) , オキアミ類 (Euphausiacea) , イカ類 (Cephalopoda) , 魚類 (Osteichthyes) , その他。1986/87年調査では、これらの区分毎に1g単位で計量し、0.5g未満の場合は便宜的に0.1gと記録した。1985/86年調査では、胃内容物の総重量と上記区分の出現の有無だけを記録した。胃内容物を陸上で精査するため、標本の一部（原則的に300g以下）を5%ホルマリン溶液で固定して持ち帰った。生殖腺指数 (gonadal somatic index: GSI) は生殖腺や胃内容物を含む体重に対する生殖腺の重量パーセントである。

胃内容物標本は50%イソプロピル・アルコールに移し換え、国立極地研究所、国立科学博物館および遠洋水産研究所において可能な限り下位の分類単位へ査定を行った。使用した主な文献を下記に示す：イカ類は Sweeney et al. (1992) , 魚類は Gon and Heemstra (1990) , カイアシ類は Owre and Foyo (1967) , Brodskii (1972) および Bradford and Jillett (1974) , 端脚類は Bowman and Gruner (1973) , Bowman (1978) および Schneppenheim and Weigmann-Haass (1986) , オキアミ類は Kirkwood (1982) および Baker et al. (1990) 。出現した胃内容物の大部分がプランクトンであるため、種別の個体数や重量は計測しなかった。しかし、その豊度をcc (多い) , c (普通) , r (少ない) , rr (希) に区分して記録した。

食性の海域差の統計的検出には、胃内容物が見られた各個体の主要餌生物群 (オキアミ類, カイアシ類, 魚類およびイカ類) 毎の重量に基づき, Somerton (1991) の手法を用いた。実際の計算は、DIETTESTと命名されたコンピュタープログラムによった。餌生物の重量比の統計的分布は、正規分布とは考えられないため、通常の分散分析は適用できない。この手法はノンパラメトリックな多変量解析の一つであり、個々の標本内の餌生物群毎の重量比の分散と共分散に基づき、Hotellingの T^2 統計量により標本間の差を測定するものである。計算結果の統計的有意性は、ブートストラップ法 (1,000回のランダム反復計算) により決定

した。なお、カイアシ類の出現頻度がかなり低かった海域では、DIETTEST のアルゴリズムが正常に完結しない場合があったため、カイアシ類を除く3餌生物群のデータにより解析を行った。

(6) 大型魚類の食性調査

アロツナスの捕食者を明らかにするため、潜在的捕食者と考えられた下記的大型魚類の胃内容物を船上で調査し、出現頻度を記録した：アオザメ (*Isurus oxyrinchus*) , ニシネズミザメ (*Lamna nasus*) , ヨシキリザメ (*Prionace glauca*) , メカジキ (*Xiphias gladius*) , クロカジキ (*Makaira mazara*) , ガストロ (*Gasterochisma melampus*) 。

(7) 魚類群集組成の類型化

緯度4度経度10度ブロック毎に求めた主要種23種のCPUEに基づき、Odum (1950) の差分百分率 (percentage difference: PD) により各ブロック間の距離行列を求めた。A, B群集の差分百分率は次式により求めた。

$$PD = \frac{\sum |N_{ai} - N_{bi}|}{N_a + N_b}$$

ただし、 N_a および N_b はA, B両群集における総個体数,

N_{ai} および N_{bi} はA, B両群集における*i*種の個体数である。

この距離行列から非加重対群法 (unweighted pairgroup average method: UPGMA) によるクラスター分析 (SAS, 1988) を行った。

生物群集の類似度にはMorishita (1959) の重複度による指数 (C_λ や C_π) がよく用いられる。しかし、それらの計算方法は、比較する群集が非常に異なり、ある種が一方の群集にだけ見られる場合と双方の群集ともに見られない場合を区別できないため、本研究データのような広範囲な海域の群集組成の比較には不適當と考えられる。一方、Odum (1950) のPDは便宜的な指数とされているが、共通種

数による類似度の欠点がある程度補うことができる手法であり（木元，1976），今回の研究に適切と考えられた。

(8) 群集の多様性

生物群集の種多様性については，種数個体数関係から情報量によるものまで様々な尺度が提案されている．木元（1976）はそれらを整理し，Reniの一般化されたエントロピーに基づくと，有力な3つの指数（総種数，Simpsonの多様度指数 λ^{-1} ，Shannon-Weaver指数 H' ）は以下に示す一般式の異なる階数の表現であることを導いた。

すなわち，

$$N_{[a]} = (p_1^a + p_2^a + \dots + p_s^a)^{1/(1-a)}$$

$a=0$ では，

$$N_{[0]} = S \dots \text{種数}$$

$a=1$ では，

$$N_{[1]} = \exp(-\sum p_i \ln p_i) \dots \text{Shannon-Weaver の } H'$$

$a=2$ では，

$$N_{[2]} = (p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_s^2)^{-1} \dots \text{Simpson の } \lambda^{-1}$$

となる。

ここで， p_i は第*i*番目の種に含まれる個体数の群集全体における割合であり， a は階数である。

本研究では，前述のクラスター分析により分類されたネクトン群集の多様度は，Simpsonの λ^{-1} およびShannon-Weaverの H' の尺度を用いた．これ以後， H' はShannonの多様度と略記する。

表 1-1. 1978~89年に海洋水産資源開発センター (JAMARC) が南北太平洋で行ったXBT観測と流し網調査の回数, 期間および海域XBTを含む海洋観測は流し網操業の直前に行われた。

Table 1-1. Summary of oceanographic and fishing operations of driftnet surveys conducted by Japan Marine Fishery Resources Research Center in the North and South Pacific, 1978-89.

Area Survey	Year	Vessel	No. of XBT and driftnet operations	Period	Latitude (N / S)	Longitude	Source
South Pacific							
Allothunnus	82	Hoyo maru #12	67	24-Oct-82 24-Feb-83	23 - 55	177E - 166W	Makihara (1985)
	83	Shinhoyo maru	89	8-Oct-83 19-Feb-84	24 - 55	174W - 120W	Tokusa (1986)
	84	Shinhoyo maru	83	22-Sep-84 23-Feb-85	27 - 57	171W - 100W	Sugawara (1986)
	85	Shinhoyo maru	63	27-Oct-85 19-Feb-86	15 - 53	170W - 114W	Yatsu (1987)
	86	Shinhoyo maru	74	27-Oct-86 19-Feb-87	23 - 54	135W - 74W	Yatsu (1988)
	Allothunnus & Pomfret	87	Ibaragi maru	94	23-Sep-87 2-Mar-88	29 - 53	174W - 130W
88		Ibaragi maru	107	16-Sep-88 2-Mar-89	28 - 54	175W - 123W	Mifune (1990)
89		Ibaragi maru	91	3-Oct-89 4-Mar-90	29 - 54	172W - 101W	Mifune (1991)
Pomfret	84	Ibaragi maru	128	31-Jul-84 26-Feb-85	26 - 54	175W - 130W	Takahashi & Okubo (1987)
	85	Ibaragi maru	136	25-Aug-85 30-Apr-86	30 - 55	170W - 130W	Kakoi & Shirasawa (1988)
	86	Ibaragi maru	81	26-Oct-86 27-Feb-87	36 - 54	174W - 163W	Sawadaishi (1988)
Driftnet	87	Yozan maru	77	31-Oct-87 28-Feb-88	10 - 43	175W - 120W	Satani (1989)
	88	Yozan maru	89	23-Oct-88 24-Feb-89	20 - 50	150E - 130W	Hatanaka (1989)
	89	Shinhoyo maru	75	8-Nov-89 2-Mar-90	20 - 50	150E - 130W	Hatanaka (1991)
Total			1,254				
North Pacific							
Pomfret	78	Shinyo maru	146	5-Jun-78 7-Jan-79	30 - 47	150E - 171W	Kato & Machidori (1980)
	79	Shinyo maru	187	16-Apr-79 31-Jan-80	25 - 45	151E - 143W	Kato & Sato (1982)
	80	Shinyo maru	176	14-Apr-80 5-Mar-81	26 - 48	143E - 124W	Makihara & Sato (1983)
	81	Shinyo maru	184	22-Apr-81 7-Feb-82	25 - 48	169E - 125W	Makihara & Iizuka (1981)
	82	Shinyo maru	186	26-Apr-82 22-Feb-83	20 - 47	147E - 123W	Mito et al. (1985)
	83	Shinyo maru	177	30-Apr-83 15-Mar-84	30 - 46	150E - 150W	Takahashi & Nishioka (1986)
Total			1,056				

表 1-2. 1978~89年に海洋水産資源開発センター (JAMARC) が南北太平洋で行った流し網調査で使用した漁具の概要

Table 1-2. Outline of gear specifications used in driftnet surveys conducted by Japan Marine Fishery Resources Research Center in the North and South Pacific, 1978-89.

Area Survey	Year	Vessel	Major gear (commercial net) +			Other types of driftnet				
			Length (m)	Mesh size (mm)	Tans per oper. *	Corkline depth (m)	Mesh material	Length (m)	Mesh size (mm)	Tans per oper. *
South Pacific Allothunnus	82	Hoyo maru #12	36	182	400	0	Multi #	34	180	300
	83	Shinhoyo maru	36	160-180	630	0	Mono **	36	118	70
	84	Shinhoyo maru	36	150-180	700					
	85	Shinhoyo maru	36	150-180	600	0	Multi #	36	104-216	100
	86	Shinhoyo maru	36	160	600	0	Multi #	36	104-216	100
Allothunnus & Pomfret	87	Ibaragi maru	32	160, 180	800	10	Multi #	32	180	100
	88	Ibaragi maru	32	160, 180	900	3	Multi #	32	180	100
	89	Ibaragi maru	32	160, 180	1000	1	Multi #	32	180	100
Pomfret	84	Ibaragi maru	32	150, 160	600	0	Multi #	32	73-160	80
	85	Ibaragi maru	32	150-180	800	0	Multi #	32	73-180	100
	86	Ibaragi maru	32	160-200	700					
Driftnet	87	Yozan maru	36	160, 180	700	0	Multi #	36	95-350	200
	88	Yozan maru	36	160, 180	750	0	Multis ##	36	160, 180	144
	89	Shinhoyo maru	36	178 ##	900	2	Multis ##	36	178	100
North Pacific Pomfret	78	Shinyo maru	32	160-180	800	0	Mono **	32	118, 160	100
	79	Shinyo maru	32	170-180	800	0	Mono **	32	118, 170	100
	80	Shinyo maru	32	130-250	800	0	Mono **	32	118, 160, 170	100
	81	Shinyo maru	32	150-200	900					
	82	Shinyo maru	32	150-180	900					
	83	Shinyo maru	32	150-170	900					

+: multifilament net with depth of about 10 m except for 1989 driftnet survey
 ++: corkline length of a panel or tan
 *: usual number of tans deployed per operation
 **: monofilament
 #: multifilament
 ##: multistrand

表 1-3. 南太平洋における流し網調査で漁獲された主要種

漁獲量は本リスト (1~23) および他の種 (表1-4) により記録した。

一段下げて表示した種は個々のグループで同定されたもの。

Table 1-3. List of major species taken by driftnet in the South Pacific.
Catches were recorded on the basis of species codes (1-23),
with other species listed in Table 1-4.
Species indented are positively identified within each group.

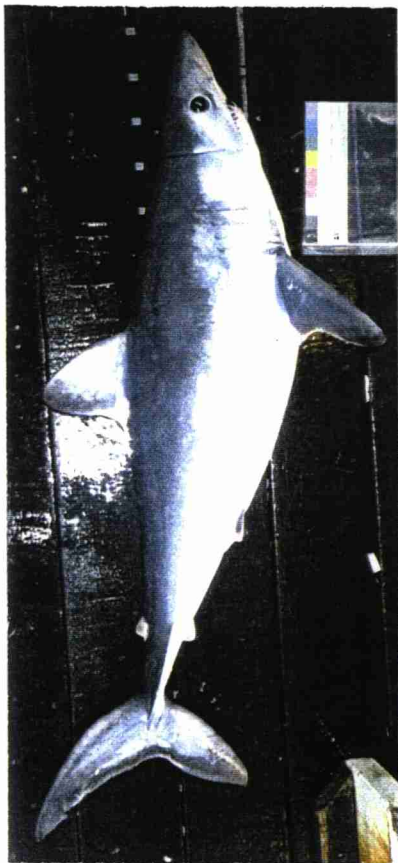
Code	Japanese name	Scientific name
1	オナガザメ属	<i>Alopias</i> spp.
2	ニシネズミザメ	<i>Lamna nasus</i>
3	アオザメ	<i>Isurus oxyrinchus</i>
4	ヨシキリザメ	<i>Prionace glauca</i>
5	シュモクザメ属	<i>Sphyrna</i> spp.
6	ブリ属	<i>Seriola</i> spp.
7	マアジ属	<i>Trachurus</i> spp.
	チリマアジ	<i>T. murphyi</i>
8	シイラ属	<i>Coryphaena</i> spp.
	シイラ	<i>C. hippus</i>
	エビスシイラ	<i>C. equiselis</i>
9	ニシシマガツオ	<i>Brama brama</i> + <i>B. sp.*</i>
10	ガストロ	<i>Gasterochisma melampus</i>
11	アロツナス	<i>Allothunnus fallai</i>
12	カマスサワラ	<i>Acanthocybium solandri</i>
13	カツオ	<i>Katsuwonus pelamis</i>
14	ビンナガ	<i>Thunnus alalunga</i>
15	キハダ	<i>Thunnus albacares</i>
16	ミナミマグロ	<i>Thunnus maccoyii</i>
17	メバチ	<i>Thunnus obesus</i>
18	メカジキ	<i>Xiphias gladius</i>
19	クロカジキ	<i>Makaira mazara</i>
20	フウライカジキ	<i>Tetrapturus angustirostris</i>
21	マカジキ	<i>Tetrapturus audax</i>
22	イボダイ科	Centrolophidae
	クロナガメダイ	<i>Centralophus niger</i>
		<i>Ichthys australis</i>
	ミナミナガメダイ属	<i>Schedophilus</i> sp.
23	アカイカ	<i>Ommastrephes bartrami</i>

*マロツマガツオ =? *B. australis*

表1-4. 南太平洋における流し網調査で漁獲されたその他の種
1982年のアロツナス調査と1984~86年のシマガツオ調査を除き、その他の種の
漁獲量は本表により記録した。他の説明は表1-3を参照のこと。

Table 1-4. List of minor species taken by driftnet in the South Pacific.
Catches were recorded on the basis this list except for *Allothunnus*-
survey in 1982 and pomfret-survey during 1984-86.
For other legends, see Table 1-3.

Japanese name	Scientific name
ウバザメ	<i>Cetorhinus maximus</i>
バケアオ	<i>Isurus paucus</i>
メジロザメ科	Carcharinidae
ヨゴレ	<i>Carcharinus longimanus</i>
クロトガリザメ	<i>Carcharinus falciformis</i>
ツノザメ科	Squalidae
アブラツノザメ	<i>Squalus acanthias</i>
ダルマザメ	<i>Isistius brasiliensis</i>
アカエイ科	Dasyatidae
イトマキエイ科	Mobulidae
ハダカエソ科	Paralepididae
ミナミクサビウロコエソ	<i>Paralepis atlantica</i>
ミズウオ属	<i>Alepisaurus</i> spp.
トビウオ科	Exocoetidae
クチナガサンマ	<i>Scomberesox saurus</i>
ニューランド材魚属	<i>Polyprion</i> spp.
コバンザメ科	Echeneidae
ナガコバン	<i>Remora remora</i>
ブリモドキ	<i>Naucrates ductor</i>
シマガツオ属	Unidentified <i>Brama</i>
オニシマガツオ	<i>Xenobrama microlepis</i>
クサカリツボダイの1種	<i>Pseudopentaceros richardsoni</i>
クロタチカマス科	Gempylidae
クロタチカマス	<i>Gempylus serpens</i>
バラクータ	<i>Thyrsites atun</i>
アブラソコムツ	<i>Lepidocybium flavobrunneum</i>
バラムツ	<i>Ruvettus pretiosus</i>
サバ科	Scombridae
サバ属	<i>Scomber</i> spp.
ソーダガツオ属	<i>Auxis</i> sp.
ハガツオ属	<i>Sarda</i> sp.
シロカジキ	<i>Makaira indica</i>
バショウカジキ	<i>Istiophorus platypterus</i>
エボシダイ科	Nomeidae
ミナミオキメダイ	<i>Cubiceps caeruleus</i>
ハリセンボン科	Diodontidae
マンボウ	<i>Mola mola</i>
クサビフグ	<i>Razania laevis</i>
フグ科	Tetraodontidae
イシガキフグ	<i>Chilomycterus affinis</i>
ネズミフグ	<i>Diodon hystrix</i>
その他の魚類	Other fishes
フデエソ属	<i>Scopelosaurus craddocki</i>
ソデイカ	<i>Thysanoteuthis rhombus</i>
アカイカ科	Ommastrephidae
ミナミスルメイカ	<i>Todarodes filippovae</i>
ヤセトビイカ	<i>Ornithoteuthis volatilis</i>
アカスルメイカ	<i>Martialia hyadesi</i>
タコ類	Octopoda
アミダコ属	<i>Ocyropsis</i> spp.
メンダコ属	<i>Ophiothutis</i> sp.



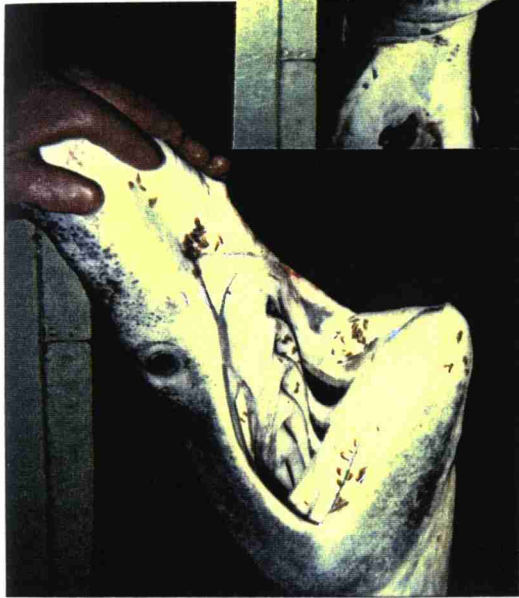
ニシネズミザメ *Lamna nasus*



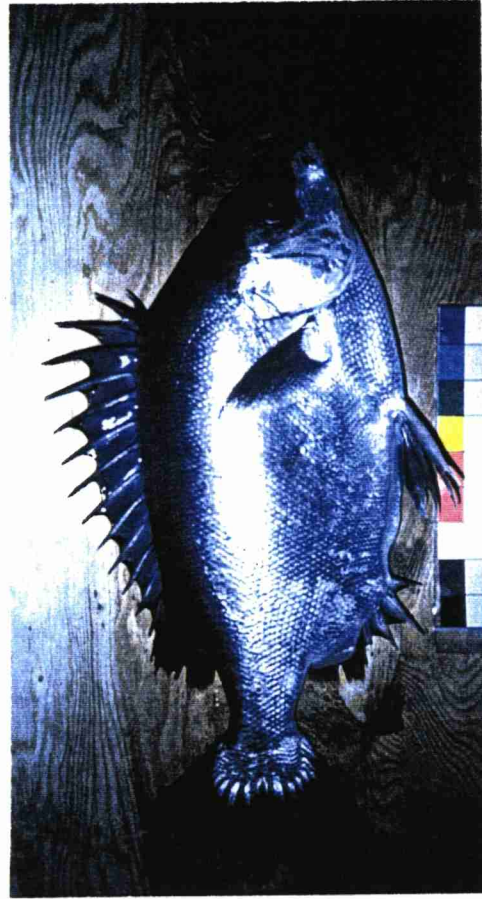
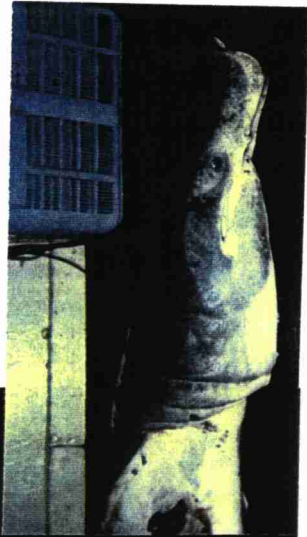
アオザメ *Isurus oxyrinchus*



ヨシキリザメ *Prionace glauca*



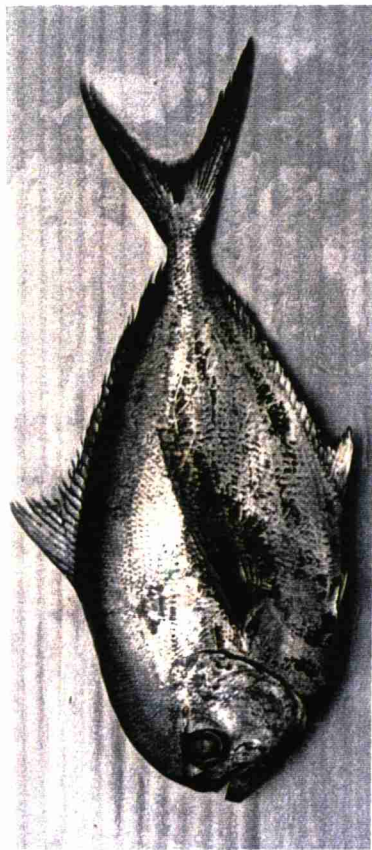
ウバザメ *Cetorhinus maximus* (291 cm TL)



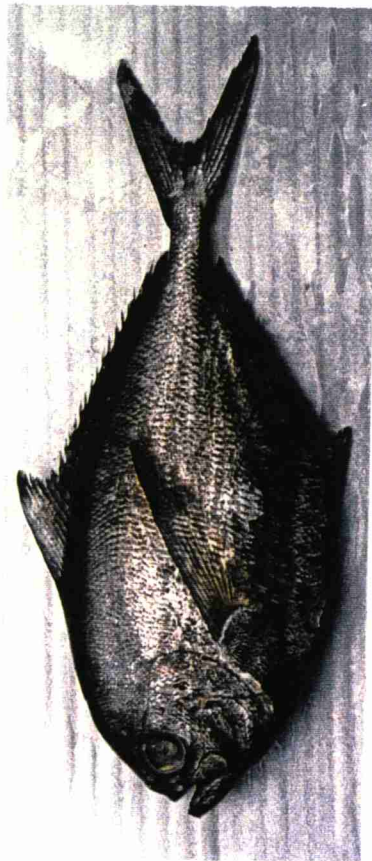
クサカリツボダイの1種 *Pseudopentaceros richardsoni*

図1-1. 南太平洋で流し網により漁獲された魚類

Fig. 1-1. Selected fish species caught by driftnets from the South Pacific.



ニシシマガツオ *Brama brama*



Brama sp. 1. (= ? *B. australis*)



オニシマガツオ *Xenobrama microlepis*



チリマアジ *Tarchurus murphyi*



ガストロ *Gasterochisma melampus*



アロツナス *Allothunnus fallai*

図1-1. つづき

Fig. 1-1. Continued.

第2章 外洋表層性魚類の分布パターン

2.1 海洋学的背景

使用したデータは南太平洋全域にわたるものであるが、各年の調査は特定の海域に集中して行われた場合が多かった（表1-1、付図1）。南太平洋全域の分布傾向を限られたデータにより概観するため、8年度にわたる調査を年を無視して緯度2度・経度10度ブロックおよび2カ月毎（2～4月は3カ月）にデータを処理した。取り扱った項目は、透明度、水色、表面水温、50m層水温、100m層水温および表面と100m層の水温差であり、それぞれの平均値を集計した。なお、個々の上記ブロック名は、その北東端の位置により表すこととし、各ブロックの観察回数（操業回数に同じ）は図2-7に示した。

(1) 8～9月

調査海域は、20°～40° S, 120° W～180° であった。

透明度はニュージーランド北東の30° S以南では20m以下、30° S, 120° Wブロックでは31m, その他の海域では20m台であった（図2-1）。水色はニュージーランド北東の30° S以南では4.8～5.0, 28° S, 120° Wおよび130° Wブロックでは、2.5～2.6であり、その他の海域では3.0～4.0であった（図2-2）。このように透明度と水色は共通の分布パターンを示した。

表面水温は最も南方のブロックの12.3°Cから北端の19°C台と20°C台へ変化した（図2-3）。100m層水温は同様に南端の12°C台から北端の19°C台へ変化した（図2-4）。表面水温と100m層水温の差は、28° S, 120° Wブロックの1.6°Cを除き、1°C未満であった（図2-5）。

(2) 10～11月

調査海域は、10°～48° S, 70° W～150° Eとタスマン海を含む広域にわたった。

透明度はニュージーランド東の40° S以南, 170° Wでは13mと最小であった。ニュージーランド東の38° S付近以南, 150° W以西およびタスマン海の32°～38°

S付近では透明度は15~19mと比較的小さかった。ニュージーランド北方とタスマン海の24°~28° Sおよび、南太平洋東部の80°~140° Wの40° S以北では透明度は30m以上であった。その他の海域では20m台であった。このように10~11月は28°~38° Sでは140° W付近を境界に西側は東側より、38° Sより南では西側ほど、また、南側ほど透明度が小さい傾向が見られた(図2-1)。

水色はニュージーランド東の160° Wと170° Wおよびチリ沖合では4.0~5.0のブロックが多かった。110°~130° Wでは水色は3.0以下、その他の海域では2.5~4.0であった(図2-2)。

表面水温は調査海域南端(46° S, 160° Wと44° S, 130° Wブロック)での10°C台から、北端(10° S, 130° Wブロック)の28°C台へ連続的に変化した(図2-3)。同一ブロックにおける8~9月からの変化は、-0.3~3.0°Cであり、1~2°C上昇したブロックが多かった。タスマン海の表面水温は、同様な緯度の南太平洋に比べ高かった。100m層水温は同様に南端の8°Cと9°C台から北端の27°C台へ変化した(図2-4)。タスマン海の100m水温は、同様な緯度の南太平洋に比べやや高かった。同一ブロックにおける8~9月との差は-1.4~0.9°Cで、ほとんど変化はなかった。表面水温と100m層水温の差は、タスマン海で1.9~4.1°C、チリ沖合で4.6°Cと大きかった(図2-5)。その他の南太平洋のブロックでは半数以上で2.0°C未満、最大で3.0°Cであった。同一ブロックにおける8~9月からの変化は、南太平洋では-0.1~2.2°C(多くは約1°C)とやや表層-100m水温差が広がった。

(3) 12~1月

調査海域は、26°~56° S, 80° W~150° Eとタスマン海を含む広域にわたった。

透明度はニュージーランド東の44° S以南、160° W以西、タスマン海の40° S以南と50° S, 140° Wブロックでは15m未満と最小であり、44°~52° S, 150° Wでは20~28mであった。その他のタスマン海、120° W以西の42° S以南と42° S, 80° Wブロックでは透明度はおおむね20m未満であった。34° S以北の海域では30m以上の透明度であった。これ以外の海域では20m台であった。このように、南側ほど、同

様な緯度では南太平洋東部より西部やタスマン海の透明度が小さい傾向が見られ、 40° S以南では 160° Wの東西で顕著な差が見られた(図2-1)。

水色4.0以上のブロックは、調査海域の南部と東部の多くと北部の約半分で見られた。水色2.0は北部のブロックのうち7ヶ所で見られ、2.3~3.8を示したブロックは 120° W以西の南太平洋とタスマン海の 36° ~ 40° Sに多く見られた(図2-2)。このように、12~1月では、水色の分布に一定の傾向は見られなかった。

表面水温は調査海域南端(54° S, 150° Wブロック)の 7°C 台から、北端(26° S, 150° Wブロック)の 23°C 台へ連続的に変化した(図2-3)。タスマン海の表面水温は、南太平洋の同様な緯度よりやや高かった。同一ブロックにおける10~11月からの変化は、タスマン海では $0.3\sim0.9^{\circ}\text{C}$ と若干上昇したに過ぎなかったが、南太平洋では $0.6\sim5.1^{\circ}\text{C}$ 上昇した($2\sim4^{\circ}\text{C}$ が多い)。100m層水温は同様に南端の 6°C 台から北端の 19°C 台へ変化した(図2-4)。タスマン海の100m水温は、南太平洋の同様な緯度よりやや高かった。同一ブロックにおける10~11月からの変化は、 $-2.8\sim1.7$ であり、ほとんどのブロックでは 1°C 未満であった。表面水温と100m層水温の差は、 50° S以南で $1.2\sim3.3^{\circ}\text{C}$ と最も少なく、 2°C 台の水温差は、 120° W以西の $46^{\circ}\sim54^{\circ}$ Sと $30^{\circ}\sim36^{\circ}$ Sおよび $100^{\circ}\sim110^{\circ}$ Wの $38^{\circ}\sim42^{\circ}$ Sで見られた(図2-5)。その他のブロックにおいては水温差は 3°C 以上であり、 $34^{\circ}\sim44^{\circ}$ Sで水温差 4°C 以上のブロックが見られた。同一ブロックにおける10~11月からの表面-100m水温差の変化は $0.2\sim5.0^{\circ}\text{C}$ (多くは 1°C 以上)と拡大した。ニュージーランド北島東方では、 4°C 以上と特に変化が大きいブロックが見られた。

(4) 2~4月

調査海域は、 $36^{\circ}\sim56^{\circ}$ S, 100° W~ 170° Eであった。

15m以下の透明度は、ニュージーランド東の 42° S以南、 170° W以西、 $48^{\circ}\sim52^{\circ}$ S, 160° W, および 56° S, $130^{\circ}\sim150^{\circ}$ Wブロックで見られた。 150° W以西の $42^{\circ}\sim46^{\circ}$ S, 140° W以東の 46° S以南では20m未満、その他の海域ではおおむね20m以上であった(図2-1)。水色は 42° S以南の多くのブロックで4.0~5.0, 42° S以北の多くで3.0以下であった(図2-1)。

表面水温は調査海域南端の5°C台から、北端の20°C台へ連続的に変化した。同一ブロックにおける12~1月からの変化は、-2.5~4.0°Cで、多くのブロックで1~2°C上昇した。100m層水温は同様に南端付近の2°C台から北端の12°C台へ変化した(図2-4)。同一ブロックにおける12~1月からの変化は、-3.6~1.5°Cで、ほとんどのブロックで1°C未満であった。表面水温と100m層水温の差は、50° S以南で0.1~3.1°Cと最も少なく、2°C台の水温差は、46° S以南で見られた(図2-5)。36°~46° Sのほとんどのブロックでは水温差が4°C以上あった。表面水温-100m水温差の同一ブロックにおける12~1月からの変化は、-1.7~3.0°Cで、1~2°C拡大したブロックが多かった。

(5) 海洋観測結果のまとめ

透明度、水色および水温の地理的分布から、タスマン海は調査期間が10~1月に限られたが、南太平洋とは異なった環境と考えられた。ニュージーランドとチリ沿岸では低い透明度と高い水色値、すなわち緑色系の水色が特徴であった。これら陸よりの海域を除く南太平洋では各環境要因が南北に傾斜する場合が多く、東西方向には比較的均一なZonationが見られた。また、南太平洋の東部と西部を同緯度で比較すると透明度と水色においてやや異なる場合があった。一方水温は、タスマン海と南太平洋の差は10~11月の表面水温および表面-100m層水温差で最も顕著であり、10~1月の100m水温や12~1月の表面水温でもタスマン海が南太平洋の同緯度より若干高かった。南太平洋における表面と100m水温は同一緯度で比較すると各月とも東部でやや低い傾向が見られた。

海洋環境の季節変化を最もデータの豊富な160°~170° Wと170° W~180° において検討した(図2-6)。透明度は10~11月に比べ12~1月に40° S以北でやや増加した他は明瞭な季節変化を示さなかった。表面水温は冬季(8~9月)から初夏~初秋季(12~4月)にかけて顕著に上昇した。一方、100m水温はほとんど変化を示さなかった。このため、表面と100m層の水温差は南半球の冬季(8~9月)には少ないが、春季(10~11月)に1~3°Cから徐々に拡大し、初夏~初秋季(12~4月)

には最大8°Cとなった。すなわち、夏季から秋季には表層水が急速に暖められた。この昇温は34° ~46° Sで特に著しかった。

(6) 海洋学的区分

本調査海域は、南太平洋の赤道水 (Equatorial Water) と南極前線 (Antarctic Convergence) の間に位置する。調査海域には、亜南極水 (Subantarctic South Pacific Water) , 西部南太平洋中央水 (Western South Pacific Central Water) および東部南太平洋中央水 (Eastern South Pacific Central Water) が存在し、それぞれ以下の様な特徴がある (Sverdrup et al., 1947; Knox, 1970) .

亜南極水：ほぼ40° S以南に存在し、その表層部は塩分34.20PSU。表面水温は夏季には5.5~14.5°C、冬季には3.0~11.5°C。

西部南太平洋中央水：亜南極水の北方、165° W付近の西、インド洋中央水に類似する。

東部南太平洋中央水：亜南極水の北方、165° W付近の東、水温10~18°Cで、T-Sダイアグラムでは、西部南太平洋中央水より0.5PSU程度低い。

南太平洋の主要な海流はペルー海流であり、亜南極域水が南米大陸に接近した結果、北方に向かう流れに発したと考えられている (Sverdrup et al., 1947) . ペルー海流は35° Sでは大陸から約900km沖合まで達し、海流内では湧昇が起きており (Sverdrup et al., 1947) , 東西中央水は反時計回りの一つの旋流を形成する。

亜南極水と亜熱帯水 (東部・西部南太平洋中央水) の境界は亜熱帯前線 (Subtropical Front: STF) または亜熱帯収束帯 (Subtropical Convergence: STC) と呼ばれる。亜熱帯前線と南極前線 (Polar Front: PF) の間には亜南極前線 (Subantarctic Front¹: SAF) があり、その北部は亜南極域 (Subantarctic Zone) と南極前線帯 (Polar Frontal Zone) に細分される (Hofmann, 1985) . 南極前線は2°Cの等温線、亜南極前線は4~8°C等温線の密集によりそれぞれ特徴づけ

¹ Australasian Subantarctic Front と呼ばれていたが、オーストラリア南方に限らない (Emery, 1977) .

られる (Emery, 1977) . Lutjeharms and Valentine (1984) は南アフリカ南方において、これらの前線を表面水温の南北方向の推移だけで同定できること、亜熱帯前線は南北の幅が広く前線帯と呼ぶべきことを報告した。それによると、亜熱帯前線は18°Cから10°Cへ急激な低下 (中心の水温は14.2°C) し、亜南極前線は9°Cから5°C (中心は7°C) , 南極前線は4°Cから2°Cである。

亜熱帯前線帯と亜南極前線は、南太平洋を東進するに従い特徴が弱められるが、亜南極域はオーストラリアからドレーク海峡まで連続する (Emery, 1977) . Hoffmann (1985) は、長年にわたるXBTと漂流ブイ (drifter) の記録をまとめ、(1) 亜熱帯前線、亜南極前線と南極前線の位置はほとんど季節変動しないこと、(2) 亜熱帯前線は90° W以东では見られないことを示した。

厳密には上記の水区分は水温と塩分によるT-Sダイアグラムに基づくが、本調査では塩分データは収集されなかったため、水温の鉛直分布とHoffmann (1985) の各前線の位置により海洋区分を行った。

2.2 各魚種の分布の特徴

海洋観測結果と同様に、8年度にわたる調査データにつき年を無視して標準化した漁獲努力量と単位努力量当たり漁獲尾数 (CPUE) を緯度2度・経度10度ブロック毎に集計し、各魚種の分布パターンとした。主要11種は2カ月毎 (2~4月は3カ月) に分布図を作成し、季節変化を検討する。さらに、主要種について月別表面水温別の尾数CPUE、重量CPUEと平均体重を集計した。なお、魚類の科の配列はNelson (1984) に従った。

(1) 漁獲努力量

緯度2度・経度10度ブロック毎の操業回数と有効反数 (1反を50mに標準化) の分布を図2-7に示す。8~9月 (南半球の冬) には、93回、43,707反の観察が西部・中部南太平洋の26° ~40° Sにおいて行われた。10~11月 (南半球の春) には、446回、220,522反の観察が南太平洋の10° ~48° Sとタスマン海の24° ~40° Sにおいて行われた。西部・中部南太平洋の30° S, 西部南太平洋の40° Sとタスマン

海の36° S付近で比較的操業が多かった。12～1月（南半球の初夏）には、453回、223,310反の観察が南太平洋の26°～56° Sとタスマン海の36°～42° Sにおいて行われた。西部南太平洋の50° S付近と西部南太平洋とタスマン海の40° S付近で比較的操業が多かった。2～4月（南半球の夏～初秋）には、261回、119,935反の観察が36°～58° S, 100° W～170° Eの南太平洋において行われた。西部南太平洋の40° Sと50° S付近で操業が多かった。

月別表面水温別に漁獲努力量（有効反数）を図2-53に示す。8～9月は11～21°Cで操業が行われ、17～19°Cで努力量がやや多かった。10～11月は、10～28°Cで操業が行われ、13～14°Cと19～20°Cに努力量のモードがあった。12～1月は、6～24°Cで操業が行われ、11°Cと17～18°Cに努力量のモードがあった。2～4月は、5～20°Cで操業が行われ、4月を除き10°Cと18°Cに努力量のモードがあった。4月は15回の操業に過ぎなかった。

(2) ニシネズミザメ *Lamna nasus* (図1-1, 2-8, 2-54)

本種は8～9月には調査海域の南東部に出現し、CPUEは36° S以南でやや高かった。10～11月は調査海域の西部（150° W以西）では34° S以南、中部（110°～140° W）では28° S以南に見られ、CPUEは西部の36°～40° Sで高かった。12～1月は36° S以南に出現し、CPUEは西部の44°～52° Sで高かった。2～4月は12～1月と同様に調査海域の南部（38° S以南）に見られたが、CPUEは西部の48°～54° Sで高かった。1年を通じてみると、ニシネズミザメは調査海域全体の28° S以南に分布し、高いCPUEは春季の36° Sから夏季の40°～50° S、初秋の48° S以南へと順次南下する傾向が見られた。また、南太平洋西部は中部や東部より高いCPUEを示した。

ニシネズミザメは表面水温5～19°Cに出現し、尾数CPUEは8～15°Cで高かったが、重量CPUEは10～13°Cでやや高い傾向が見られた。表面水温別CPUEは、2月にやや低水温域でCPUEが高い傾向にあり、これ以外に顕著な月変化は見られなかった。表面水温別の平均体重は、8～11月と3月には16°C以上の高水温域で、10～3月には低水温ほど重く、10～11月では双峰型の分布となった。

本種の近縁種であるネズミザメの北西太平洋での回遊を田中（1980）は以下のようにまとめている：胎児の出産は春季に低緯度海域で行われ，中型魚は極前線付近へ回遊し，その後 $36^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{N}$ の間を季節的に南北移動を行う；大型魚は雌雄で生活場を異にしつつ中型魚より広い範囲に分布し冬季には伊豆諸島，夏季には 46°N に移動する（一部の大型個体は夏季にも低緯度域に残留する）．本研究で見られた表面水温と平均体重の関係から，大型魚は冬～春季の暖水域に，春～夏季には低水温域ほど大型魚が分布すると思われ，北西太平洋と同様に亜熱帯～亜極域間の季節回遊が南太平洋でも行われていることが示唆される．

(3) アオザメ *Isurus oxyrinchus* (図1-1, 2-9, 2-55)

本種は8～9月には調査海域のほぼ全域に出現し，CPUEの多寡には特定の傾向は見られなかった．10～11月は $20^{\circ} \sim 44^{\circ} \text{S}$ に出現し，CPUEはタスマン海を除く $28^{\circ} \sim 38^{\circ} \text{S}$ で高かった．12～1月は 52°S 以北に分布し，CPUEはブロックによりかなり変動が多かったが $36^{\circ} \sim 46^{\circ} \text{S}$ でやや高かった．2～4月は 56°S 以北に出現し， 50°S 以南のCPUEは極めて低かった．このように，アオザメは冬～春季には $20^{\circ} \sim 44^{\circ} \text{S}$ に分布し，夏～秋季には 56°S まで南下する傾向が見られた．また，高いCPUEを示す海域は冬～春季の 30°S 付近から夏～初秋の 45°S 付近へと移った．南太平洋の東西とタスマン海の間で顕著な差は見られなかった．

アオザメは表面水温 $8 \sim 26^{\circ}\text{C}$ に出現し，尾数CPUEは $12 \sim 24^{\circ}\text{C}$ でやや高かったが，重量CPUEには一定の傾向は認められなかった．表面水温別CPUEには顕著な月変化は見られなかったものの，2月には分布下限水温がやや低下した．表面水温別の平均体重は，8月はデータが少ないためか変化が見られず，10～12月には 19°C 以上の暖水域でやや重く，9～2月には 15°C 以下の低水温域ほど増加した．従って，10～12月では双峰型の分布となった．このように，アオザメの表面水温と平均体重の関係はニシネズミザメと類似した傾向を示したが，より暖水側に分布していた．

(4) ヨシキリザメ *Prionace glauca* (図1-1, 2-10, 2-56)

本種は8~9月には調査海域のほぼ全域に出現し、CPUEは極めて低かった。10~11月も調査海域のほぼ全域に分布し、CPUEはタスマン海を除き34°~44° Sで高かった。12~1月は52° S以北のほぼ全域に出現し、CPUEはタスマン海を除き38°~46° Sで高かった。高いCPUEが得られた水域は東部海域で40° S付近、西部海域では42° S付近であった。2~4月は52° S以北のほぼ全域に出現し、42°~50° SでCPUEが高かった。このように、ヨシキリザメは52° S以北の海域に広く分布し、高いCPUEを示す海域は春季から秋季にかけて南下する傾向が見られた。

ヨシキリザメは表面水温10~28°Cに出現し、尾数CPUEは11~18°Cで、重量CPUEは12~16°Cでそれぞれ高かった。表面水温別CPUEに顕著な月変化は認められなかった。表面水温別の平均体重は、8月はデータが少ないためか水温間で変化は見られなかった。9~2月には平均体重は15°Cより高水温側ほど、10~2月には12°Cより低水温側ほど重かった。従って、10~2月では双峰型の分布が見られた。このように、ヨシキリザメの表面水温と平均体重の関係はニシネズミザメやアオザメと類似した傾向を示したが、平均体重が暖水側でかなり重い点で前2種と異なった。また、高いCPUEを示す水温は前2種の間であった。

中野ほか(1985)は、北太平洋におけるヨシキリザメの回遊を以下のようにまとめている：交尾は夏季に20°~30° Nで行われ、翌年の春~夏に30° N付近で出産、幼魚は極前線付近で索餌回遊、未成魚期から雌雄で生活場所を異にし次第に南下、成魚は亜熱帯海域以南に移動する。本研究による水温と平均体重の関係から見ると、高水温域にはほぼ周年にわたり大型魚が、15°C付近より低水温域には極めて小型魚が分布するものと思われる。また、15°C以下の水域では低水温側ほどやや大型となった。従って、ヨシキリザメは、南太平洋においても北太平洋と同様に亜熱帯~亜極域間を季節的に回遊すると思われる。

(5) マアジ属 *Tarchurus* spp. (図1-1, 2-11, 2-57)

マアジ属で同定された種はチリマアジ (*T. murphyi*) だけであるが、ニュージーランドとオーストラリア南部に分布するミナミマアジ (*T. declivis*) と

ニュージーランドマアジ (*T. novaezelandiae*) が含まれていた可能性があるため、ここではマアジ属とした。マアジ属は8~9月の調査海域からは出現しなかった。10~11月は34° S以南の西部南太平洋だけに見られ、CPUEはニュージーランドより高い傾向が見られた。12~1月はタスマン海を除く38° ~52° Sに出現し、CPUEは46° ~50° Sで高いブロックもあったが、一定の傾向は見られなかった。2~4月は42° ~54° S以北に出現した。このように、マアジ属はタスマン海を除く南太平洋の34° ~54° Sに分布するが、春季より夏~秋季かけやや南下する傾向が見られた。

マアジ属は、出現した表面水温が10~19°Cと比較的狭温性であった。尾数と重量CPUEとも11~16°Cで高かった。10~1月に比較的高いCPUEが得られたが、表面水温別CPUEに顕著な月変化は見られなかった。表面水温別の平均体重にも特定の傾向は認められなかった。この一因は、今回使用した網目がマアジには大き過ぎたためと考える。

(6) ニシシマガツオ *Brama* spp. (図1-1, 2-12, 2-58)

南太平洋には、ニシシマガツオ *Brama brama* と本種に近縁と思われるマルオシマガツオ *B. sp.* (Mead, 1972) および *B. australis* が分布する (Yatsu, 1990; Pavlov, 1991)。*Brama sp.* と *B. australis* の種の相違は未解決である。また、低緯度域ではこれら以外のシマガツオ属 (*B. dussumieri* など) が含まれていた可能性も排除できない。これらは流し網に大量に漁獲され、形態的にも極めて類似するため、船上での区分は困難であった。従って、本研究ではこれらを便宜的にニシシマガツオとしてまとめた。なお、筆者の乗船中の印象では *B. sp.* (= ? *B. australis*) が最も優占し、次いで *B. brama* が多く漁獲された。

ニシシマガツオは8~9月には調査海域のほぼ全域に出現し、CPUEは南東の1ブロックでやや高かった。10~11月は90° ~110° Wを除く20° S以南の調査海域のほぼ全域に出現した。CPUEはタスマン海を除く南太平洋の36° S以南で高かった。12~1月は28° ~54° Sのほぼ全域に出現し、CPUEは40° ~52° Sで高かった。高いCPUEが得られた水域は12~1月の120° ~170° Wにおいて東ほど北偏する傾向が見

られた。東部海域のCPUEは西部より低かった。2~4月は38° ~56° Sのほぼ全域に出現し、46° ~52° SでCPUEが高かった。このように、ニシシマガツオは20° ~56° Sの広い海域に分布し、高いCPUEを示した海域は春季から秋季にかけて南下する傾向が明瞭に見られた。

ニシシマガツオは表面水温7~24°Cに出現した。尾数と重量CPUEとも、9°Cで最高であった3月を除き、10~15°Cで高かった。これら以外には表面水温別CPUEに顕著な月変化は見られなかった。表面水温別の平均体重は、高水温域でやや軽くなる月もあったが、明瞭ではなかった。

北太平洋に分布する近縁種シマガツオ *Brama japonica* の生活史を島崎・中村(1981)は次のようにまとめている：産卵場は冬~春季に亜熱帯域、春~夏季の水温上昇に伴い亜寒帯前線を乗り越え、亜寒帯域で小型魚類、頭足類、動物プランクトンを索餌し、秋季には南下する。佐々木ほか(1981)は、北太平洋のシマガツオの体長組成から3群(16~30cm, 35~46cm, 49~55cm FL)を認め、大型魚ほど北方に分布することを報告した。本研究で使用したデータの一部が得られたシマガツオ新資源開発調査において、高橋・大久保(1987)は、大部分のニシシマガツオが尾叉長40~55cmであり、その体長組成は双峰型または単峰型で、南下するほど大型魚の割合が増加すると報告した。しかし、今回得られた表面水温と平均体重の関係からはこの傾向は明瞭には見られなかった。その原因は網目選択性にあると考えられる。

(7) ガストロ *Gasterochisma melampus* (図1-1, 2-13, 2-59)

本種は8~9月には28° S, 140° Wと38° S, 140° Wブロックを除き調査海域には出現せず、これらのブロックでもCPUEは極めて低かった。10~11月は南太平洋の34° S以南に見られ、CPUEは西部の40° S付近で高かった。12~1月は南太平洋の38° S以南のほぼ全域に出現し、CPUEは西部の48° S以南とチリ沖の40° S付近で高かった。2~4月は38° S, 160° Wブロックを除き42° S以南のほぼ全域に出現したが、CPUEの多寡に特定の傾向は見られなかった。このように、ガストロは南太平洋南部を中心に分布し、冬季には希に28° Sまで北上するが、春季から秋季は34°

S以南に限られ、高いCPUEを示す緯度は南下する傾向が見られた。なお、北太平洋からの本種の記録はハワイ諸島から1例、東部太平洋赤道域からの1例がある (Ito et al., 1994)。

ガストロは表面水温5~19°Cに出現した。尾数CPUEは、1~2月では6°Cで極めて高く、暖水温ほど低かった。11~12月の尾数CPUEは12~14°Cで高かった。その他の月は漁獲が少なく、明瞭な傾向は見られなかった。重量CPUEも尾数CPUEと同様な傾向であった。表面水温別の平均体重は、データの少ない月が多いものの、8, 11, 2~4月の15°C以上の暖水域で重く、12~3月には12°Cより低水温側ほど重い傾向を示し、従って、12月では双峰型の分布が見られた。このように、ガストロの表面水温と平均体重の関係はニシネズミザメ、アオザメとヨシキリザメと類似した傾向を示した。ガストロの南太平洋における産卵は5~9月 (南半球の冬季) に35° S, 90~110° W付近で行われると推定されており (矢野ほか, 1993), 暖水域での重い平均体重は産卵回遊と関係するものと思われる。延縄の釣獲率も索餌期である11~3月の40° S以南で高く (矢野ほか, 1993), 流し網による12~4月の高いCPUE分布域と一致した。

(8) アロツナス *Allothunnus fallai* (図1-1, 2-14, 2-60)

本種は8~9月には調査海域の全域に出現し、CPUEは東側でやや高かった。10~11月は20° S以南の全域に見られ、CPUEは110° ~130° W, 24° ~30° S付近で高かった。12~1月は調査水域全域に出現し、高いCPUEは西部南太平洋の50° S付近と中部南太平洋の45° S付近に見られ、東部太平洋でのCPUEは低かった。2~4月は調査海域の北西部を除く全域に出現し、CPUEは南部 (特に南西部) で高く、高いCPUEを示した緯度は西部から東部にかけて北上する傾向が見られた。このように、アロツナスは20° S以南の南太平洋とタスマン海に広範囲に分布し、高いCPUEが得られた海域は冬~春季の30° S付近から夏~初秋の45° S以南へ急速に南下した。

アロツナスは表面水温5~26°Cに出現した。尾数と重量CPUEとも8~11月では16°C以上と14°C以下で高い傾向が見られ、12月以降は6~11°Cで高く、2~3月では8~10°Cで著しく高かった。このように、表面水温別CPUEに顕著な季節変化が見ら

れた。表面水温別の平均体重は、最も高水温帯と低水温帯でやや増加した月もあったが、変化は少なかった。アロツナスの生活史は第4章で詳しく論じる。

(9) カツオ *Katsuwonus pelamis* (図2-15, 2-61)

本種は8~9月には34° S以北の調査海域全域に出現し、CPUEは西端でやや高かった。10~11月はタスマン海のほぼ全域と南太平洋の36° S以北に見られた。CPUEはタスマン海の30° S以南で著しく高く、西部南太平洋の30° S付近でやや高かった。12~1月はタスマン海の40° S以北と南太平洋の44° S以北のほぼ全域に出現し、CPUEはタスマン海西部でやや高かったが、10~11月よりかなり低下した。2~4月は42° S以北の全域に分布したが、CPUEは低かった。このように、カツオは春季のタスマン海で高密度で見られ、南太平洋では西部でやや高いCPUEが記録された。南太平洋の分布南限は冬季の34° Sから徐々に南下し、夏季~初秋には44° Sに達した。

カツオは表面水温13~28°Cに出現した。尾数と重量CPUEとも暖水側で高かった。表面水温別の尾数CPUEに顕著な月変化は見られなかった。表面水温別の平均体重は、10~1月では暖水域ほど重かった。

Foresberg (1980) によると、カツオの太平洋における産卵場は、赤道域を中心に西側で37° N~35° Sと南北幅が広く、東部では緯度で10度程度に狭まる。また、南太平洋では10~4月にニュージーランド北方沖に成魚が出現するとされ、そこでの商業的漁獲の最適水温は17~23°Cとされる (Foresberg, 1980)。本研究結果 (図2-15, 2-61) は、10~12月ではこの傾向と一致したが、1月以降は21°C以上で調査が行われなかったためか、CPUEは低かった。

(10) ピンナガ *Thunnus alalunga* (図2-16, 2-62)

本種は8~9月には調査海域のほぼ全域で低いCPUEが見られた。10~11月はタスマン海の28° S以南と南太平洋の22° ~44° Sに分布し、CPUEはタスマン海の36° S以南で高かった。12~1月はタスマン海全域と南太平洋の52° S以北に出現した。CPUEはタスマン海と南太平洋の中西部の34° ~42° Sで高かったのに対し、東部の

CPUEは低かった。2～4月は36°～50° Sのほぼ全域に出現し、高いCPUEは36°～40° Sに見られた。このように、ビンナガはカツオに似て、春季のタスマン海に高密度で分布し、南太平洋では夏～初秋季に中西部の34°～40° Sで高いCPUEが見られた。南太平洋の分布南限は春季の44° Sから夏季～初秋には52° Sに南下した。

ビンナガは表面水温11～25°Cに出現した。表面水温別CPUEは10月までは非常に低かったが、11月から2月にかけて急速に高まり、4月に向け急速に低下した。尾数と重量CPUEとも12～3月の15～19°Cで高かった。このような夏季に特に高いCPUEを示す傾向は北太平洋においても明瞭に認められている (Yatsu et al., 1993)。表面水温別の平均体重は、10～12月では17°C以上の暖水域ほど、また、16°C以下の冷水域ほど重く、双峰型の分布を示した。その他の月でも冷水域ほど重い傾向が見られた。このように、ビンナガの表面水温と平均体重の関係は、前述のサメ類やガストロと類似した傾向を示した。

Foreman (1980) によると、ビンナガの南太平洋における産卵は、10°～25° S, 105° W以西の夏季を中心に行われ、小型のビンナガは冷水域、大型個体は暖水域に分布する傾向がある。しかし、南太平洋における回遊はほとんど解明されていない。本研究結果 (図2-62) は、ほぼ Foreman (1980) の示した傾向と同様であるが、15°C以下の冷水域で見ると低温域ほどやや平均体重は増加した。

(11) メカジキ *Xiphias gladius* (図2-17, 2-63)

本種は8～9月には調査海域の34° S以北に分布し、CPUEに特定の傾向は見られなかった。10～11月はタスマン海のほぼ全域と南太平洋の44° S以北に出現した。高いCPUEは西部南太平洋の22°～32° S, タスマン海の28°～34° Sと24°～28° S, 110°～130° S付近に見られた。12～1月はタスマン海の40° S以北と中西部南太平洋の44° S以北に出現し、CPUEは西部南太平洋の30°～36° S以北でやや高かった。2～4月は36°～48° Sの中西部南太平洋に出現したが、CPUEは低かった。このように、メカジキの分布南限は冬季の34° Sから春季～初夏の44° S, 初秋の48° Sへと徐々に南下する傾向が見られた。比較的高いCPUEは一般に西部南太平洋に見

られた。10～1月では中部太平洋の24°～34° Sでも比較的高いCPUEが見られ、アロツナスの高いCPUE域とほぼ一致した。

メカジキは表面水温13～28°Cに出現した。尾数と重量CPUEとも4月を除き16°C以上で高かった。表面水温別CPUEに顕著な月変化は見られなかった。表面水温別の平均体重は、各月ともデータが少ないものの、10～12月で双峰型の分布傾向が見られた。1～2月では低水温域ほど平均体重は重かった。メカジキは暖水性であるが、一般的回遊は夏季に索餌のため冷水域へ、秋季は産卵と越冬のため暖水域へ移動する(Nakamura, 1985)。上記の平均体重と水温の関係から、春～夏季の索餌期には大型魚ほど低水温域へ回遊するものと思われる。

(12) アカイカ *Ommastraphes bartrami* (図2-18, 2-64)

本種は8～9月には調査海域のほぼ全域に見られ、CPUEは低かった。10～11月はタスマン海のほぼ全域と南太平洋の18°～44° S以北に分布した。高いCPUEは西部南太平洋の28°～40° Sとタスマン海の33° S付近に見られた。12～1月は50° S以北の南太平洋とタスマン海に出現し、CPUEは南太平洋の30°～38° Sでやや高かった。2～4月は38°～52° Sの南太平洋に出現し、CPUEは48° S以北で高かった。このように、アカイカの分布南限は春季の44° Sから初秋の52° Sへと徐々に南下した。なお、本研究で使用した網目はアカイカには過大であった。

アカイカは表面水温10～26°Cに出現した。尾数と重量CPUEとも表面水温12～17°Cでやや高かったが、明瞭でない月も多かった。表面水温別CPUEにも顕著な月変化は見られなかった。表面水温別の平均体重は、12～2月は双峰型の分布を示した。10～11月は24°Cを除き17～18°Cで重かった。アカイカの北太平洋における産卵は冬～春季にハワイ諸島と小笠原諸島近海で知られており、より大型に成長する雌は雄より寒冷域に分布する(谷津, 1992)。本研究で見られた夏季の冷水域ほど平均体重が重くなる傾向から、北太平洋における本種の回遊(谷津・中野, in press)と赤道を軸とした対照的關係にあると考えられた。

(13) オナガザメ属 *Alopias* spp. (図2-19)

総漁獲尾数は12尾で、24° ~52° Sで散発的に見られた。10~2月の表面水温12~22°Cから漁獲された。

(14) ウバザメ *Cetorhinus maximus* (図1-1, 2-20)

総漁獲尾数は32尾であった。150° W以西の30° ~54° Sと44° S, 90° Wブロックで散発的に見られたが、西部南太平洋でやや分布が多い傾向にあった。10~2月の表面水温9~19°Cから漁獲された。1986年1月に37° S, 171° Wで漁獲された個体は全長291cm, 吻端が上方を向いた幼魚であった(図1-1)。本種の主要分布域は中高緯度の沿岸域とされる(Compagno, 1984a)。本研究によりウバザメが外洋域にも分布することが明らかとなった。また、本種の幼魚(3m未満)の記録は極めて希である(Compagno, 1984a)。

(15) メジロザメ科 *Carcharinidae* (図2-21)

ヨゴレ *Carcharinus longimanus* とクロトガリザメ *C. falciiformis* が同定された。総漁獲尾数は39尾であった。24° S以北に限り分布した。表面水温23°C以上で漁獲された。

(16) シュモクザメ属 *Sphyrna* spp. (図2-22)

総漁獲尾数は55尾であった。20° ~40° Sで散発的に見られ、タスマン海北部でややCPUEが高かった。表面水温18~26°Cから漁獲された。

(17) ツノザメ科 *Squalidae* (図2-23)

アブラツノザメ *Squalus acanthias* が同定された。総漁獲尾数は14尾であった。42° S以南で散発的に見られた。12~2月の表面水温8~11°Cで漁獲された。

(18) ダルマザメ *Isistius brasiliensis* (図2-24)

総漁獲尾数は243尾であった。26° ~40° Sに分布し、30° S付近でやや高いCPUEが見られた。9~12月の表面水温17~22°Cから漁獲された。同様な水温帯で調査した1~3月には全く見られなかったことは興味深い。本研究で使用した目合は本種には明らかに過大である。ダルマザメによりえぐりとられた傷のあるサバ科やカジキ亜目魚類も見られた。本種は汎熱帯性分布 (circum tropical) 種で、表層~3,500mの間に生息するとされる (Compagno, 1984a)。本研究では26° S以北で漁獲されなかったことおよび9~12月に30° S付近で多く見られたことから、アロツナスの高密度域と対応した分布を示すものかも知れない。

(19) アカエイ科 *Dasytiatidae* (図2-25)

総漁獲尾数は59尾であった。22° ~44° Sで見られた。9~3月の表面水温14~22°Cから漁獲された。

(20) イトマキエイ科 *Mobulidae* (図2-26)

総漁獲尾数は6尾であった。30° S以北で散発的に見られた。10~11月の表面水温20~28°Cから漁獲された。

(21) ハダカエソ科 *Paralepididae* (図2-27)

同定された種はミナミクサビウロコエソ *Paralepis atlantica* だけであった。総漁獲尾数は10尾であった。42° S以南で散発的に見られた。12~2月の表面水温9~15°Cから漁獲された。本研究で使用した目合は本種には明らかに過大である。

(22) ミズウオ属 *Alepisaurus* spp. (図2-28)

総漁獲尾数は4尾であった。24° ~34° Sで散発的に見られた。10~12月の表面水温20~22°Cから漁獲された。

(23) トビウオ科 *Exocoetidae* (図2-29)

総漁獲尾数は17尾であった。38° S以北で散発的に見られた。10～12月の表面水温17～28°Cから漁獲された。本研究で使用了目合は本科魚類には明らかに過大である。

(24) クチナガサンマ *Scomberesox saurus* (図2-30)

総漁獲尾数は10尾であった。28° ～44° Sで散発的に見られた。10～2月の表面水温15～19°Cから漁獲された。本研究で使用了目合は本種には明らかに過大である。

(25) ニュージーランドオオハタ属 *Polyprion* spp. (図2-31)

総漁獲尾数は183尾であった。24° ～56° Sに分布し、ニュージーランド東方とチリ西方で高いCPUEが見られた。10～3月の表面水温9～22°Cから漁獲された。

(26) コバンザメ科 *Echeneidae* (図2-32)

ナガコバン *Remora remora* だけが同定された。総漁獲尾数は8尾であった。32° S以北で散発的に見られた。10～12月の表面水温18～28°Cから漁獲された。本研究で使用了目合は明らかに過大であるり、カジキ類などの宿主に付着したまま漁獲されたと考えられる。

(27) フリモドキ *Naucrates ductor* (図2-33)

総漁獲尾数は151尾であった。24° ～38° Sで散発的に見られた。10～1月の表面水温13～23°Cから漁獲された。本研究で使用了目合は本種には明らかに過大である。

(28) フリ属 *Seriola* spp. (図2-34)

総漁獲尾数は76尾であった。26° ～42° Sで見られた。8～2月の表面水温14～20°Cから漁獲された。

(29) シイラ属 *Coryphaena* spp. (図2-35)

シイラ *C. hippus* とエビスシイラ *C. equiselis* が同定された。総漁獲尾数は592尾であった。40° S以北に分布し、東部南太平洋とタスマン海の24~30° Sで高いCPUEを示したブロックが多く見られた。8~1月の表面水温17~28°Cから漁獲された。

(30) オニシマガツオ *Xenobrama microlepis* (図1-1, 2-36)

海洋水産資源開発センターでは *Brama* sp. 2 と呼ばれていた。総漁獲尾数は1,204尾であり、38° S以南で見られた。11~2月の表面水温8~19°Cから漁獲された。

(31) クサカリツボダイの1種 *Pseudopentaceros richardsoni* (図1-1, 2-37)

総漁獲尾数は316尾であった。36° ~54° Sに分布し、40° ~48° Sで高いCPUEが見られた。11~2月の表面水温10~17°Cから漁獲された。

(32) クロタチカマス科 *Gempylidae* (図2-38)

クロタチカマス *Gempylus serpens* とバラクータ *Thyrssites atun* が同定された。総漁獲尾数は58尾であり、22° ~54° Sで散発的に見られた。9~2月の表面水温9~23°Cから漁獲された。

(33) アブラソコムツ *Lepidocybium flavobrunneum* (図2-39)

総漁獲尾数は214尾であった。24° ~50° Sに分布していたが、90° ~120° Wでは見られなかった。CPUEはニュージーランド北東と西方でやや高かった。9~3月の表面水温12~22°Cから漁獲された。

(34) バラムツ *Ruvettus pretiosus* (図2-40)

総漁獲尾数は24尾であった。24° ~40° Sに散発的に分布していた。110° W以東では見られなかった。10~1月の表面水温17~23°Cから漁獲された。

(35) サバ属 *Scomber* spp. (図2-41)

総漁獲尾数は19尾であった。30°～46° Sに散発的に分布していた。10～2月の表面水温13～17°Cから漁獲された。本研究で使用了目合は明らかに過大である。

(36) カマスサワラ *Acanthocybium solandri* (図2-42)

総漁獲尾数は47尾であった。32° S以北に分布しており、120° W以東では見られなかった。8～12月の表面水温18～28°Cから漁獲された。

(37) キハダ *Thunnus albacares* (図2-43)

総漁獲尾数は351尾であった。40° S以北に分布しており、タスマン海北部と南太平洋の16～20° Sでやや高いCPUEが見られた。110° W以東では見られなかった。8～2月の表面水温17～28°Cから漁獲された。

(38) ミナミマグロ *Thunnus maccoyii* (図2-44)

総漁獲尾数は39尾であった。28° S以南の140° W以西と40° S, 90° Wブロックに分布していた。10～4月の表面水温10～19°Cから漁獲された。

(39) メバチ *Thunnus obesus* (図2-45)

総漁獲尾数は234尾であった。20°～52° Sに分布しており、西部南太平洋でCPUEが高かった。120° W以東では見られなかった。8～2月の表面水温12～25°Cから漁獲された。

(40) クロカジキ *Makaira mazara* (図2-46)

総漁獲尾数は126尾であった。42° S以北に分布しており、24° S以北でCPUEが高かった。9～2月の表面水温17～28°Cから漁獲された。

(41) フウライカジキ *Tetrapturus anguistirostris* (図2-47)

総漁獲尾数は507尾であった。44° S以北に分布しており、タスマン海東部でCPUEが高かった。8~3月の表面水温16~28°Cから漁獲された。

(42) マカジキ *Tetraprurus audax* (図2-48)

総漁獲尾数は270尾であった。44° S以北に分布しており、110° W以東では見られなかった。8~3月の表面水温17~28°Cから漁獲された。

(43) イボダイ科 Centrolophidae (図2-49)

クロナガメダイ *Centrolophus niger* , ミナミナガメダイ属 *Shedophilus* sp. , および *Icichthys australis* が同定された。総漁獲尾数は1,321尾であった。26° ~54° Sに分布しており、中西部南太平洋の40° ~50° SでCPUEが高かった。9~3月の表面水温7~23°Cから漁獲された。

(44) エボシダイ科 Nomeidae (図2-50)

ミナミオキメダイ *Cubiceps caeruleus* が同定された。総漁獲尾数は253尾であった。24° ~52° Sに分布しており、ニュージーランド東方とチリ西方でCPUEが高かった。10~2月の表面水温10~23°Cから漁獲された。

(45) ハリセンボン科 Diodontidae (図2-51)

イシガキフグ *Chilomycturus affinis* とネズミフグ *Diodon hystrix* が同定された。総漁獲尾数は66尾であった。42° S, 160° Wブロックと32° S以北に分布していた。10~11月の表面水温18~26°Cから漁獲された。

(46) マンボウ *Mola mola* (図2-52)

総漁獲尾数は131尾であった。22° ~50° Sに分布していた。100° ~130° Wの30° S付近で高いCPUEが見られた。10~2月の表面水温11~21°Cから漁獲された。

2.3 考察

本研究で対象とした種またはグループの分布は、タスマン海と西部南太平洋で特に高いCPUEを示すものやニュージーランド周辺とチリ沖合にだけに分布または高いCPUEが見られた種もあったものの、多くは東西に帯状に分布し、特定の水温帯に周年見られた。この例外として、アロツナス、ビンナガ、ニシネスミザメ、アオザメが挙げられる。アロツナスは高いCPUEを示す水温が季節的に特に大きく変化した。ビンナガは春～夏季に特に高いCPUEを示した。ニシネスミザメとアオザメは夏季にやや分布下限水温が低下した。その他の主要種では分布南限と高いCPUEを示す海域は冬から夏秋季に南下したが、分布水温に季節変化はほとんど見られなかった。これは回遊が表層水の昇温に対応していることを表している。もちろんアロツナスと上記3種も夏季に南下するが、この移動は単に表面水温の季節的昇温に対応するものでなく、積極的に低水温域への分布拡大を意味する。特にアロツナスの場合は、5℃以上の水温差を短期間に移動する。ビンナガの夏季の表層での集群は顕著であった。その由来は中層からの季節的浮上も考えられる。

各魚種の遊泳層に関する情報は比較的限られており、その多くは北太平洋において研究された。南太平洋のニシシマガツオ類の昼間の分布水深は180～290mであった（沢田石，1988）。北太平洋亜寒帯域のシマガツオは夜間に表面付近、昼間は水深50～100m層を中心に分布する（菊池・辻田，1977）。北太平洋におけるアカイカの遊泳層は、夜間40m以浅、昼間は600m以深（亜熱帯域、水温は不明）または160～300m（亜寒帯域、水温は3～7℃）である（Nakamura, 1993; 中村, 1994）。北太平洋と北大西洋のメカジキの分布は、夜間は表面付近、昼間は約100m（酸素極小層がある場合）または600m以深であった（Carey and Robinson, 1981）。一方、北東太平洋でのヨシキリザメの分布水深は、昼間の平均30m、夜間の平均40mと日周変化は見られなかった（Sciarotta and Nelson, 1977）。なお、アロツナスの日周行動に関する知見は無いが、内橋（1970）は本種の分布を100m以浅と推定している。

以上のように、日周鉛直運動のさかんな魚種では相当の水温差を短時間に移動しており、絶対値としての水温が分布を規定するとは思われない。しかし、後述

するように表面と各層水温は各魚種の分布と対応しており、水温は南太平洋外洋域における海洋の物理生物学的な指標と考えられる。

分布に比較的大きな差の見られたタスマン海とペルー海流域（100° W以東）を除く南太平洋において、漁獲された全ての種またはグループの表面水温と尾数CPUEの関係を図2-65に示した。ここでの魚種配列は、CPUEで重み付けた表面水温（SST index）によった。調査努力が限られたり目合が適切でなかった魚種も含まれており、全ての種を対等に扱うことはできなかったが、この図から、全51種（または種グループ）の分布の南限が最も多く見られた表面水温は10°Cと17°C（各6種）、北限は17°C（5種）、22°C（7種）、23°C（5種）26°C（7種）に多く見られた。これらの境界水温に基づき、主要種については5グループに分類するのが妥当と判断された。

- 1) 亜熱帯性種（17°C以上）：キハダ、カマスサワラ、マカジキ
- 2) 移行帯性種（10～17°C以下）：マアジ属、クサカリツボダイの1種
- 3) 亜熱帯～移行帯性種（10°C以上）：ヨシキリザメ、ビンナガ、アカイカ
- 4) 亜南極～移行帯性種（17°C以下）：ニシネズミザメ、ガストロ
- 5) 亜南極～亜熱帯性種（10°C以下～23°C以上）：アオザメ、ニシシマガツオ、アロツナス、アカイカ

ここで、移行帯とは亜熱帯前線域（表面水温10～17°Cで指標）と同義である。

分布の東西差は以下の種で見られた。他の海域より高いCPUEが得られた時期と毎域を次に示す。なお、タスマン海は季節的に限られたため、そこでの分布は主要種だけを取り扱った。

ニシネズミザメ：10～4月の間、140° W以西の南太平洋西部

ニシシマガツオ：10～4月の間、130° W以西の南太平洋西部

（高いCPUEは西側ほど高緯度）

ガストロ：12～1月の間、150° W以西と90° W以東の南太平洋

アロツナス：10～11月の間、110° ～130° Wの南太平洋中部、

12～4月の間、110° W以西の南太平洋（高いCPUEは西側ほど高緯度）

カツオ：10～11月の間、タスマン海

ピンナガ：10～11月の間，タスマン海

アカイカ：10～4月の間，140° W以西の南太平洋西部

ダルマザメ：9～12月の110° ～130° Wの南太平洋中部

ニュージーランドオオハタ：160° W以西と90° W以东の南太平洋

シイラ：130° W以东の南太平洋東部

アブラソコムツ：170° W以西の南太平洋西部

エボシダイ科：160° W以西と100° W以东の南太平洋

マンボウ：10～11月の間，100° ～120° Wの南太平洋中部

これらの東西境界で最も多く一致した経度は160° W，次いで110° W/120° W (20° ～35° S) であった。160° Wは，東西亜熱帯水の境界 (165° W付近；Sverdeup et al., 1947) に近く，水色 (10～1月の40° S以南) と透明度 (10～4月) でも160° W付近を境界に東西でやや異なった値を示したことから，これらの魚種分布は水塊分布に対応したものと考えられる。また，ニシネズミザメ，ニシシマガツオ，ガストロ，アロツナスでは，他海域の同様の緯度に比べニュージーランド東岸で高いCPUEが得られた。この海域は，動物プランクトンの分布密度や生産力も高いことが知られており (Reid, 1962; El-Sayed, 1970)，ネクトンの高密度域と対応している。160° W以外の経度で分布に東西差が見られた魚種もあり，水塊配置以外に陸からの距離の影響も考えられる。アロツナスとニシシマガツオで12～1月に見られた高いCPUEを示す緯度帯の東西差は，表面水温の分布 (図2-3) と関連している。

以上から，南太平洋の外洋表層性ネクトンの分布の変動に關与する主要因は，表層水温の季節変化が最も重要であり，次いで水塊配置 (東西中央水)，生産力，動物プランクトン密度あるいは陸からの距離と考えられる。アロツナスやピンナガ，ニシネズミザメ，アオザメの分布は水温変化に従属するのではなく，積極的な季節的回遊を行う。

ニシネズミザメ，アオザメ，ヨシキリザメ，ピンナガ，ガストロは共通して，表面水温と平均体重が春季に双峰型の分布を示した。北太平洋のネズミザメとヨシキリザメでは，胎児の出産は亜熱帯水域で行われ，幼魚は成長とともに亜寒帯

から移行帯領域へ索餌回遊し、成魚は広範囲に分布、成熟個体は亜熱帯水域に移動するという共通の回遊パターンを有する。アオザメの回遊はあまり知られていないが、本研究結果からこれらと類似した回遊が示唆された。これら3種は広域に分布するが、ニシネズミザメはアオザメに比べ高緯度よりに分布していた。両者は強力な魚食性を示すことから (Compagno, 1984a; 第4章), 緯度的な棲みわけとも考えられる。アカイカも北太平洋において冬～春季の亜熱帯水域の産卵場と夏季の移行領域の索餌場を南北に回遊する。このような北太平洋における生活史から、大型ネクトンは単に表層水の物理的季節変化に対応して移動する訳でなく、亜熱帯水域、亜寒帯水域および両者の境界域である亜熱帯前線域という異なった生態系 (McGowan, 1974) の特徴に適応した回遊を行うものと考えられる。

亜熱帯域を主分布域とするカツオが低水温域ほど平均体重が軽かったのに対し、亜熱帯域から亜南極域に回遊する種の大部分は低温域ほど平均体重が重かった。特に、ニシネズミザメ、アオザメ、ガストロ、メカジキでその傾向が明瞭であった。ニシシマカツオとアカイカでは使用目合が大きいためこの傾向は不明瞭であったが、北太平洋の例では大型個体は低温域に分布している (Yatsu et al., 1993)。ヨシキリザメとビンナガでは亜熱帯前線から極よりには幼魚が多く分布しているが、亜南極域では低温域ほど平均体重は大きい。北太平洋の同種の体長組成は、大型個体ほど北方に分布する傾向を示す。以上から、「大回遊する外洋表層性魚類とイカ類では極前線（南太平洋の亜熱帯前線、北太平洋の亜寒帯前線）より高緯度域では低温域ほど大型個体が分布する」という仮説が導かれる。この仮説について、大型個体ほど体力があり低温水域まで遠距離の回遊ができる、という近接的説明も可能だが、現時点では究極的説明は見出せない。谷津・中野 (in press) は、アカイカとヨシキリザメの回遊の類似性に着目し、両種では交接または交尾により精子が産出・産卵前に雌へ渡されるため、生産力の高い亜寒帯域へは雌のみが回遊し、繁殖のためのエネルギーを雌に多く配分する (fecundityを高める) 戦略を採用したように見えると考察した。後述するように、亜南極域は多くのネクトンの索餌域であるため、この現象が栄養摂取に関連することが推察される。

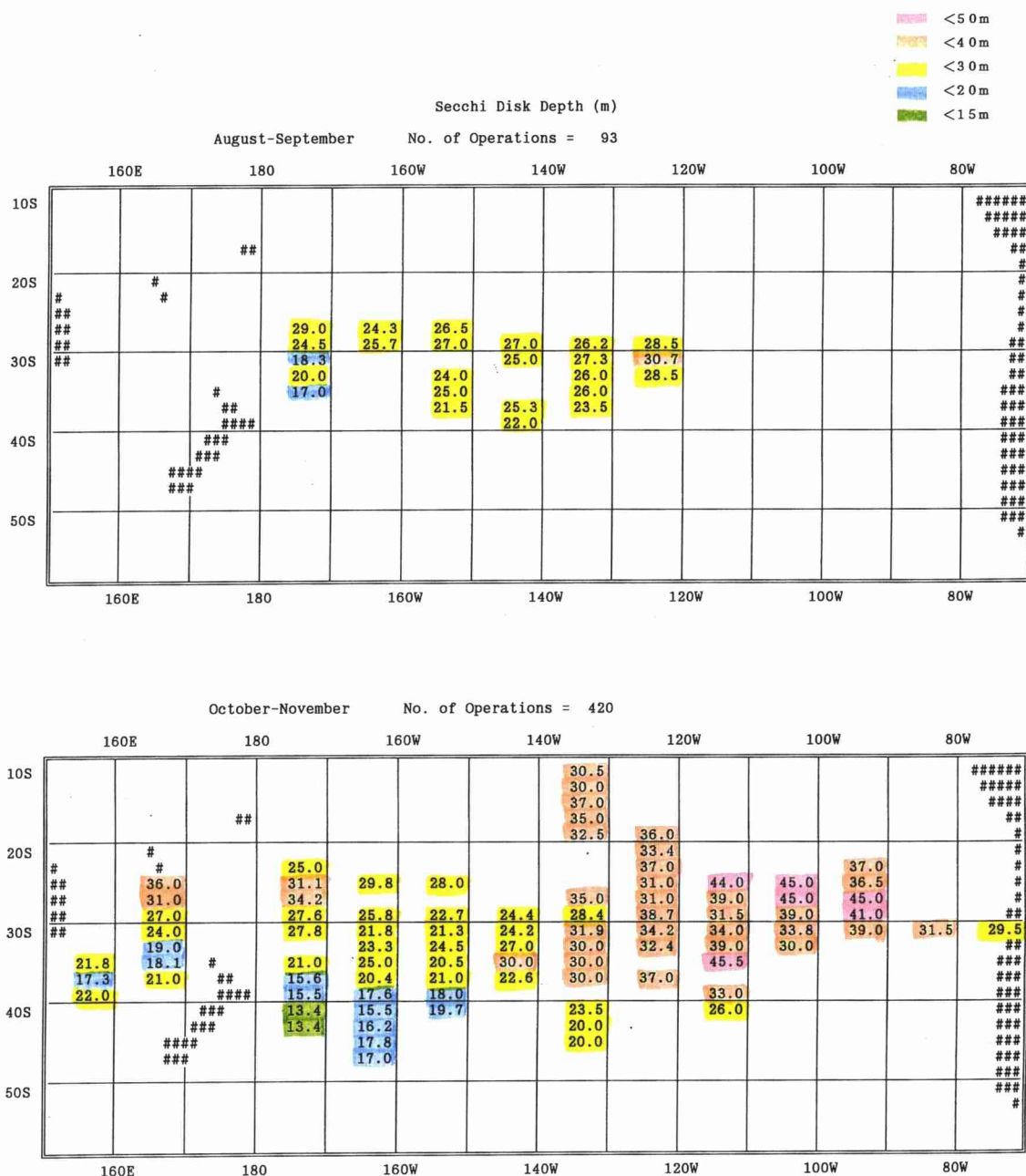


図 2-1. 透明度の緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-1. Distribution of Secchi disk depth by 2x10 degree block.

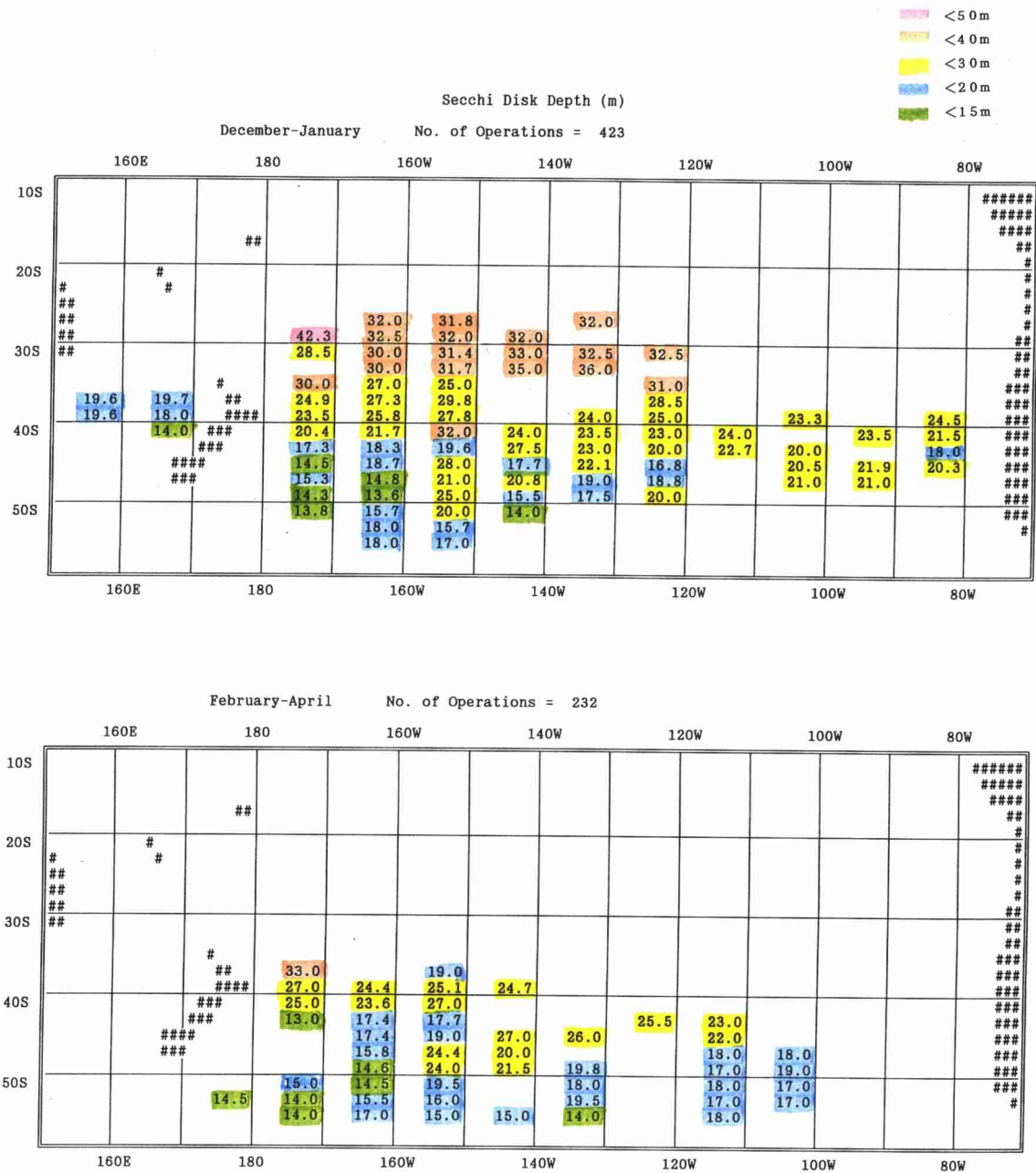


図2-1. つづき
Fig. 2-1. Continued.

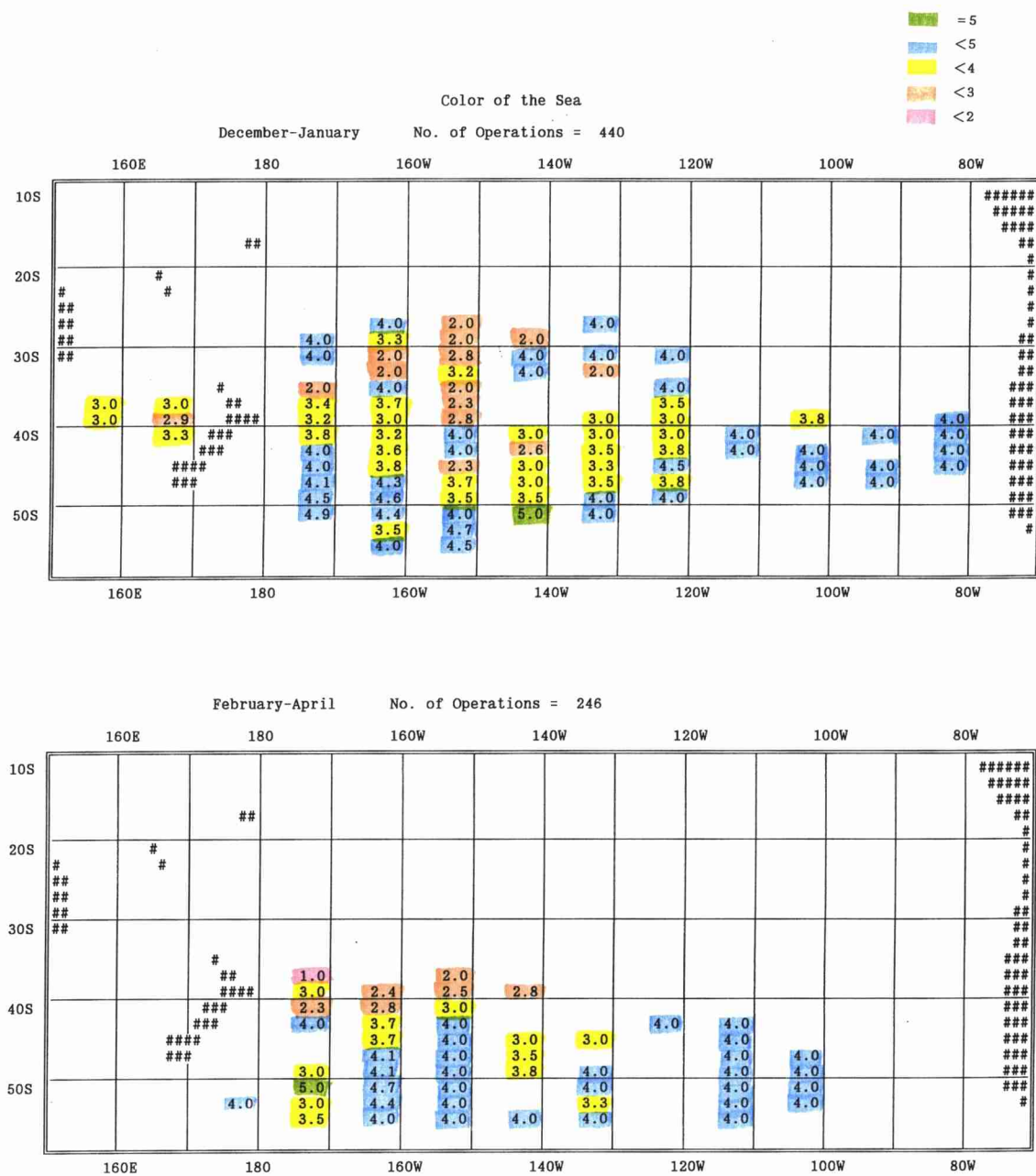


図 2-2. つづき
Fig. 2-2. Continued.

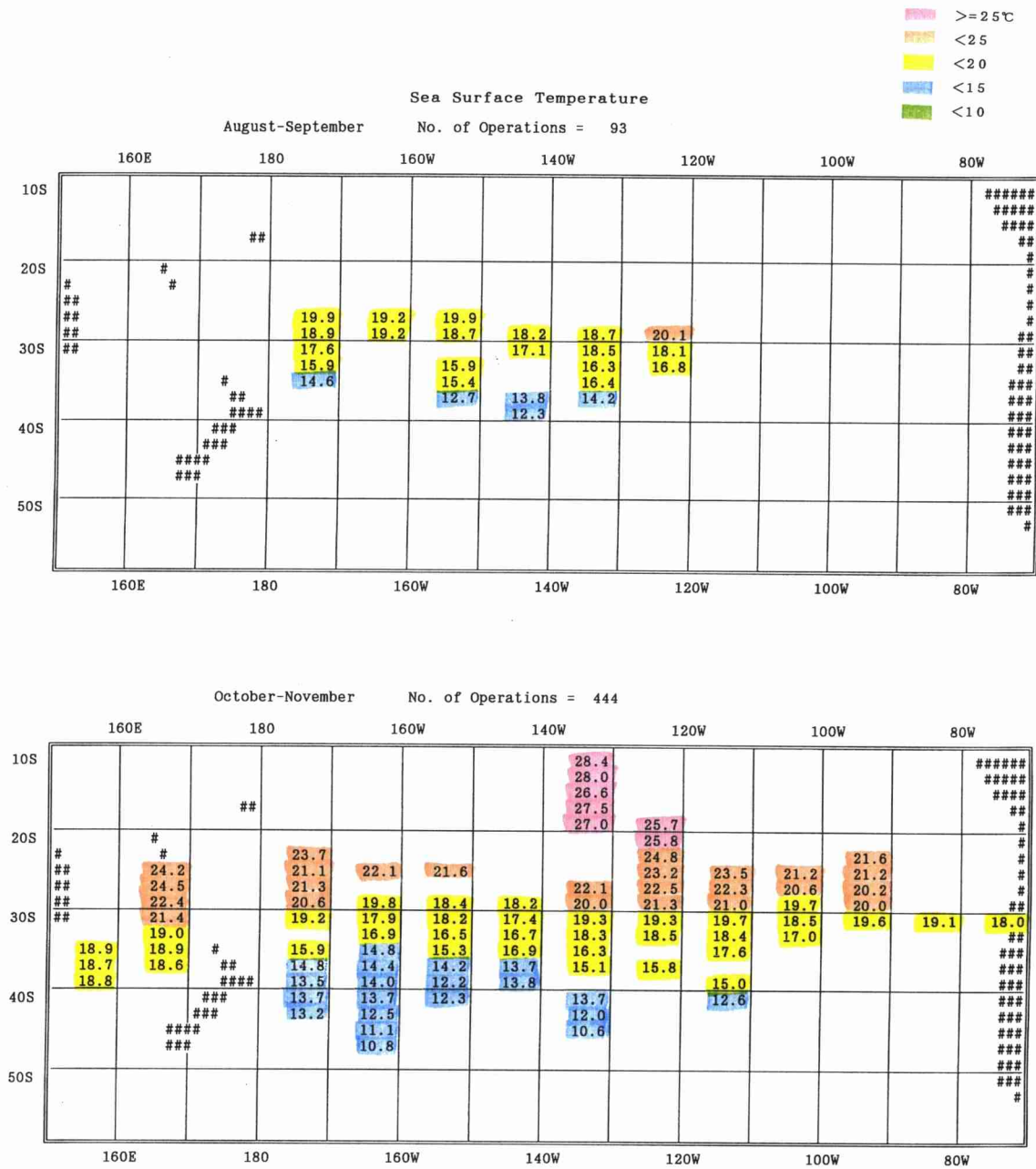


図 2-3. 表面水温の緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-3. Distribution of sea surface temperature by 2x10 degree block.

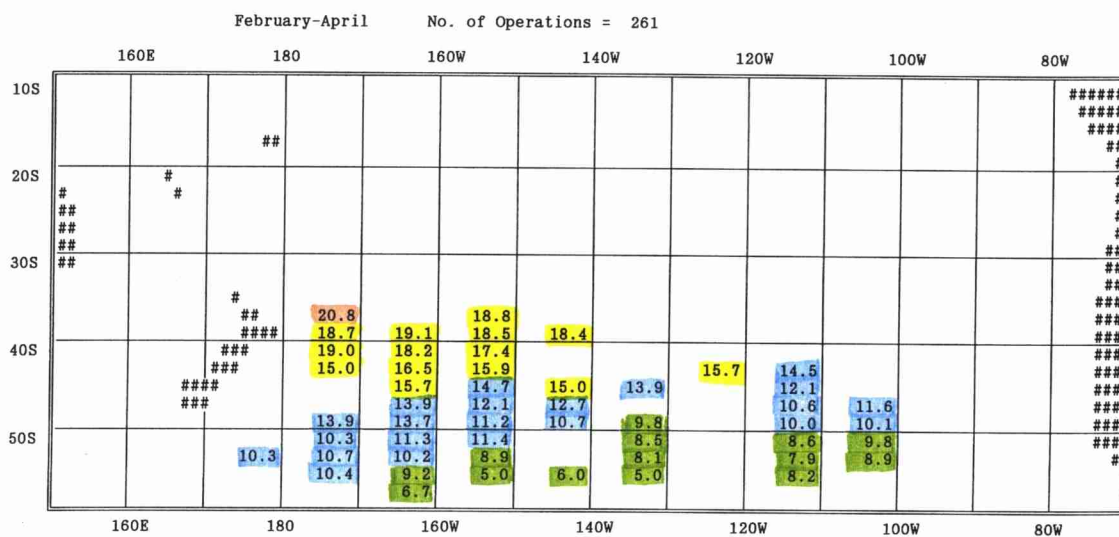
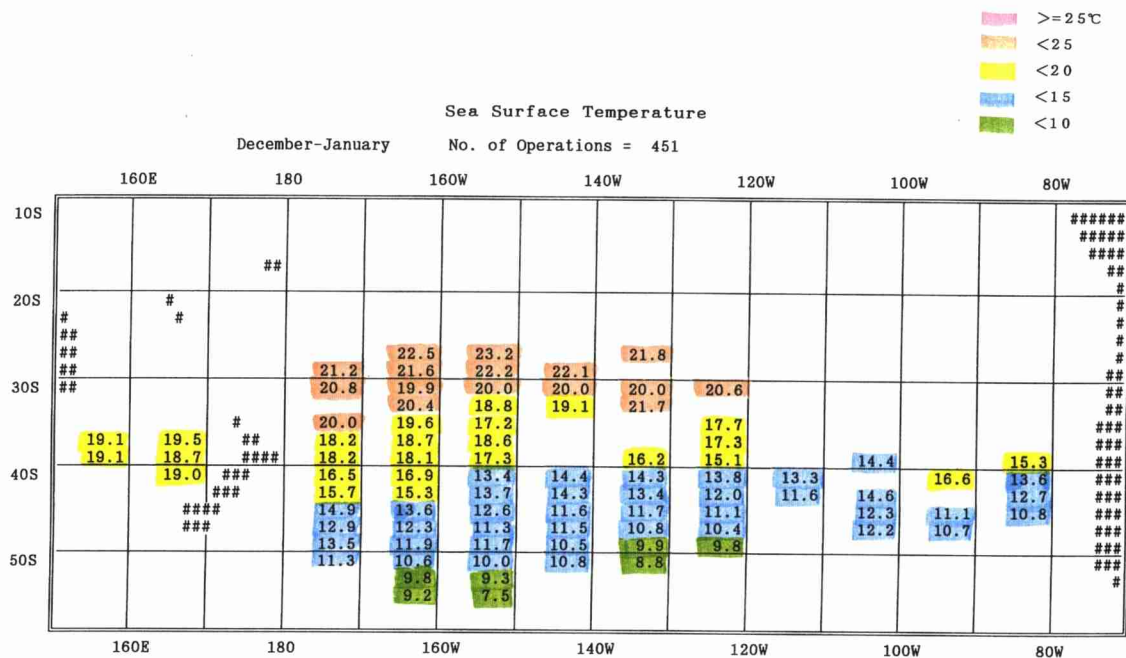


図2-3. つづき
Fig. 2-3. Continued.

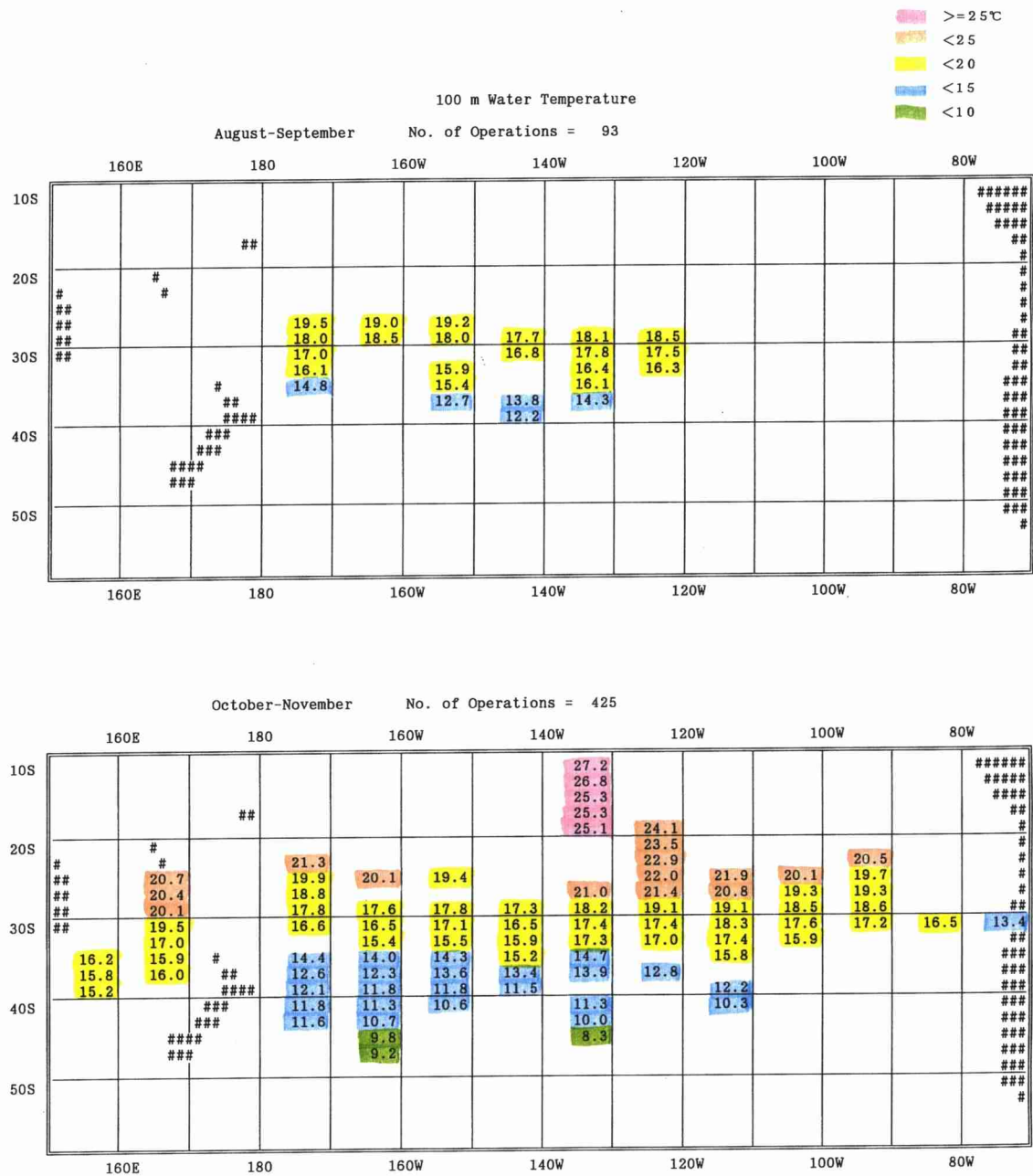


図 2-4. 100m層水温の緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-4. Distribution of 100 m water temperature by 2x10 degree block.

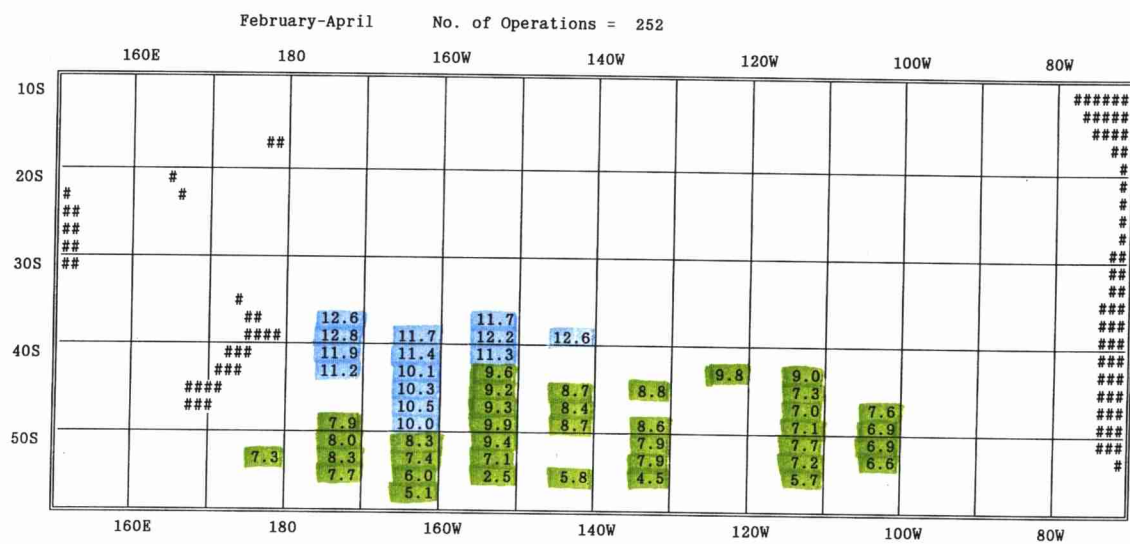
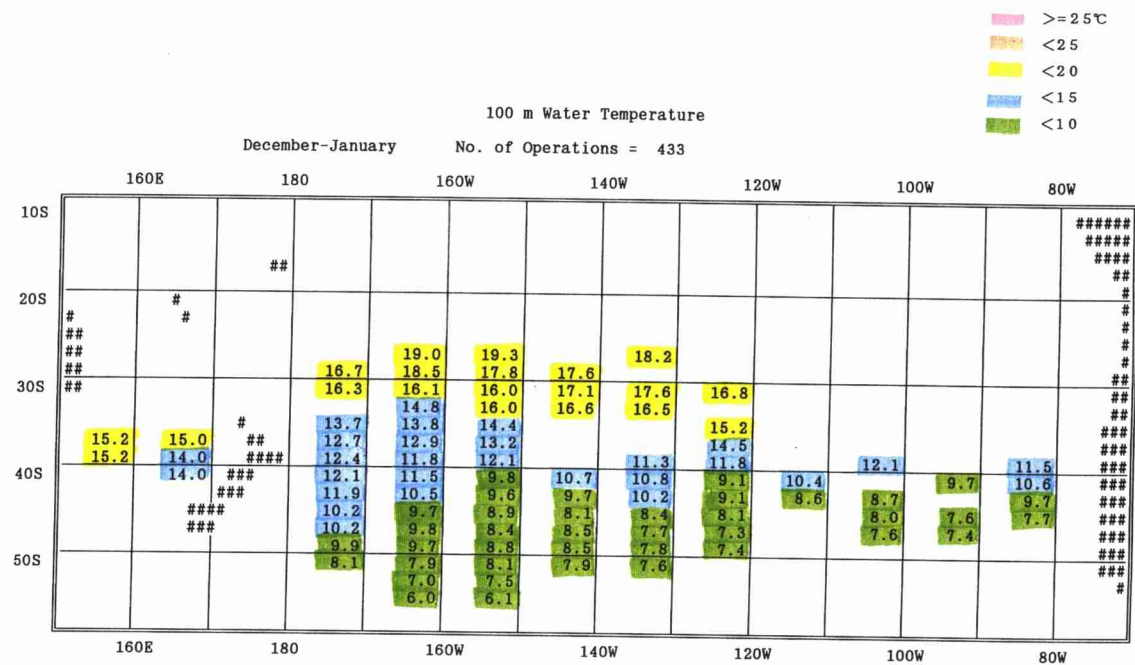


図2-4. つづき
Fig. 2-4. Continued.

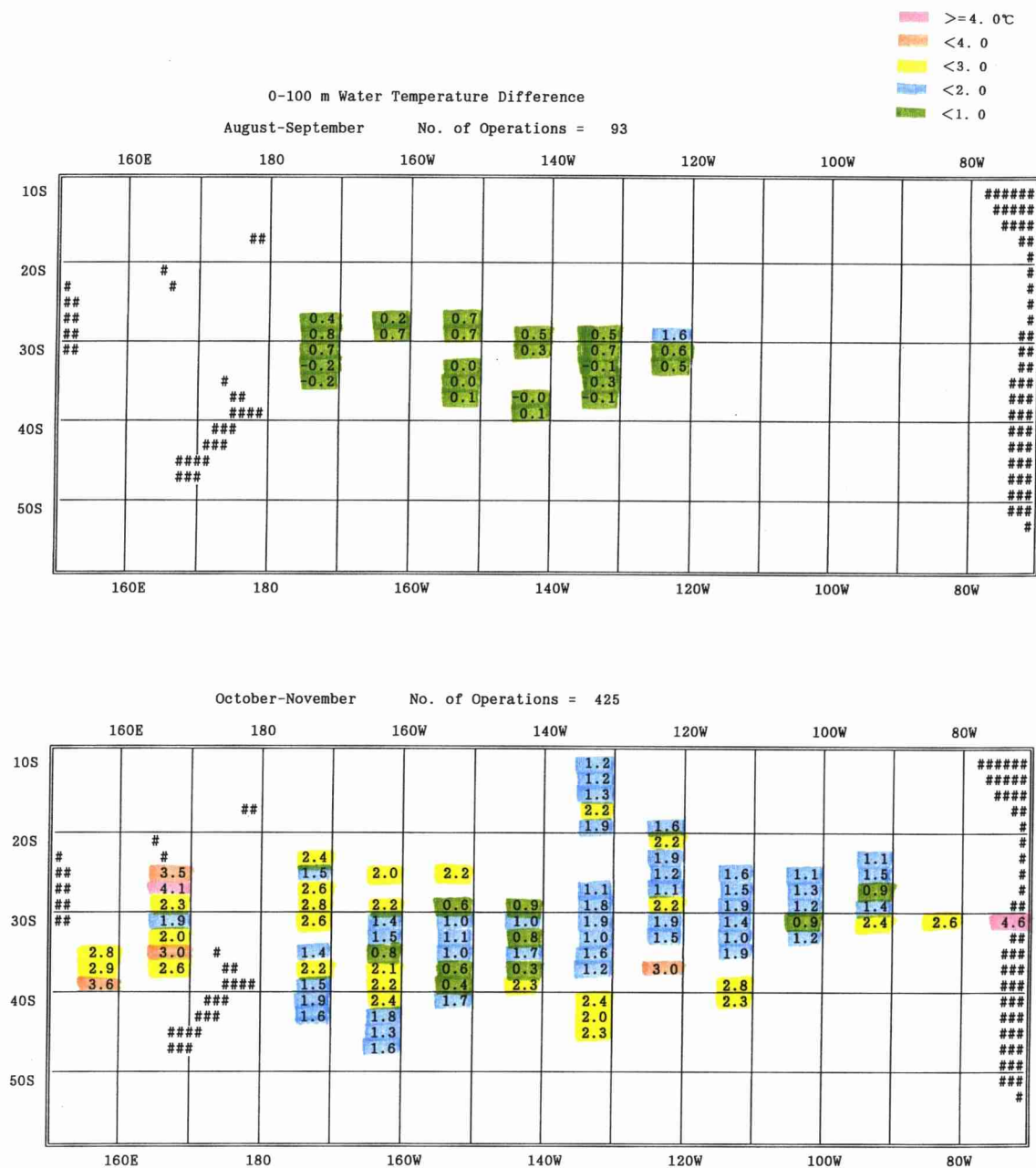


図2-5. 表面と100m層の水温差の緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-5. Distribution of difference between surface and 100m water temperature by 2x10 degree block.

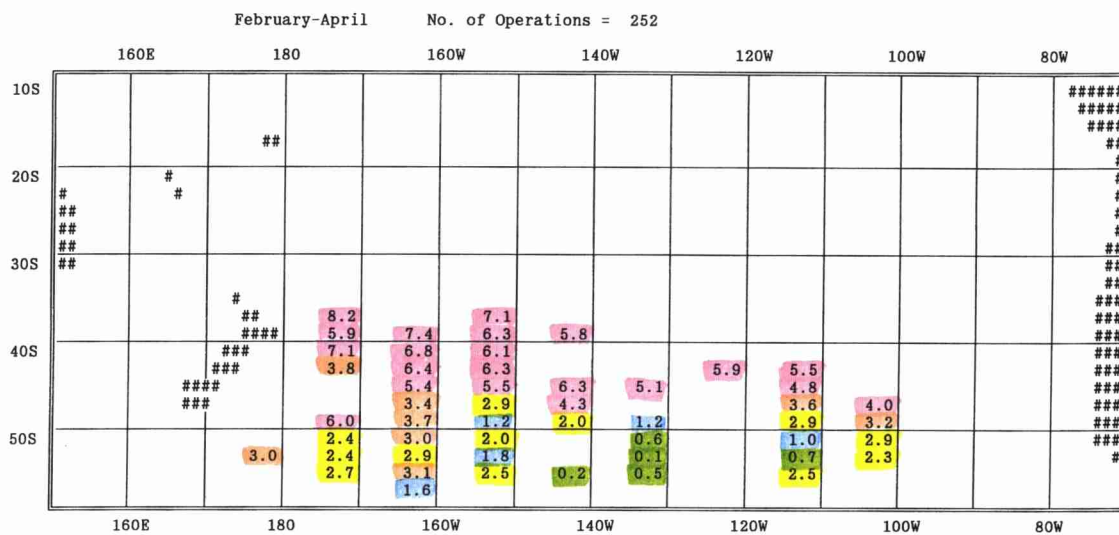
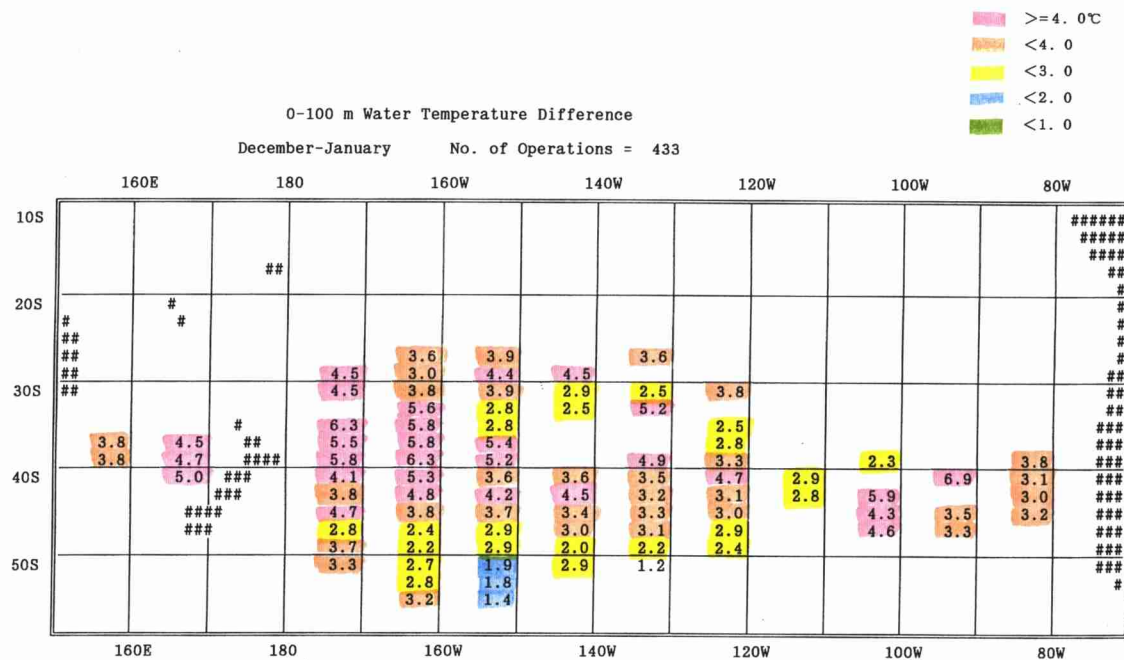


図2-5. つづき
Fig. 2-5. Continued.

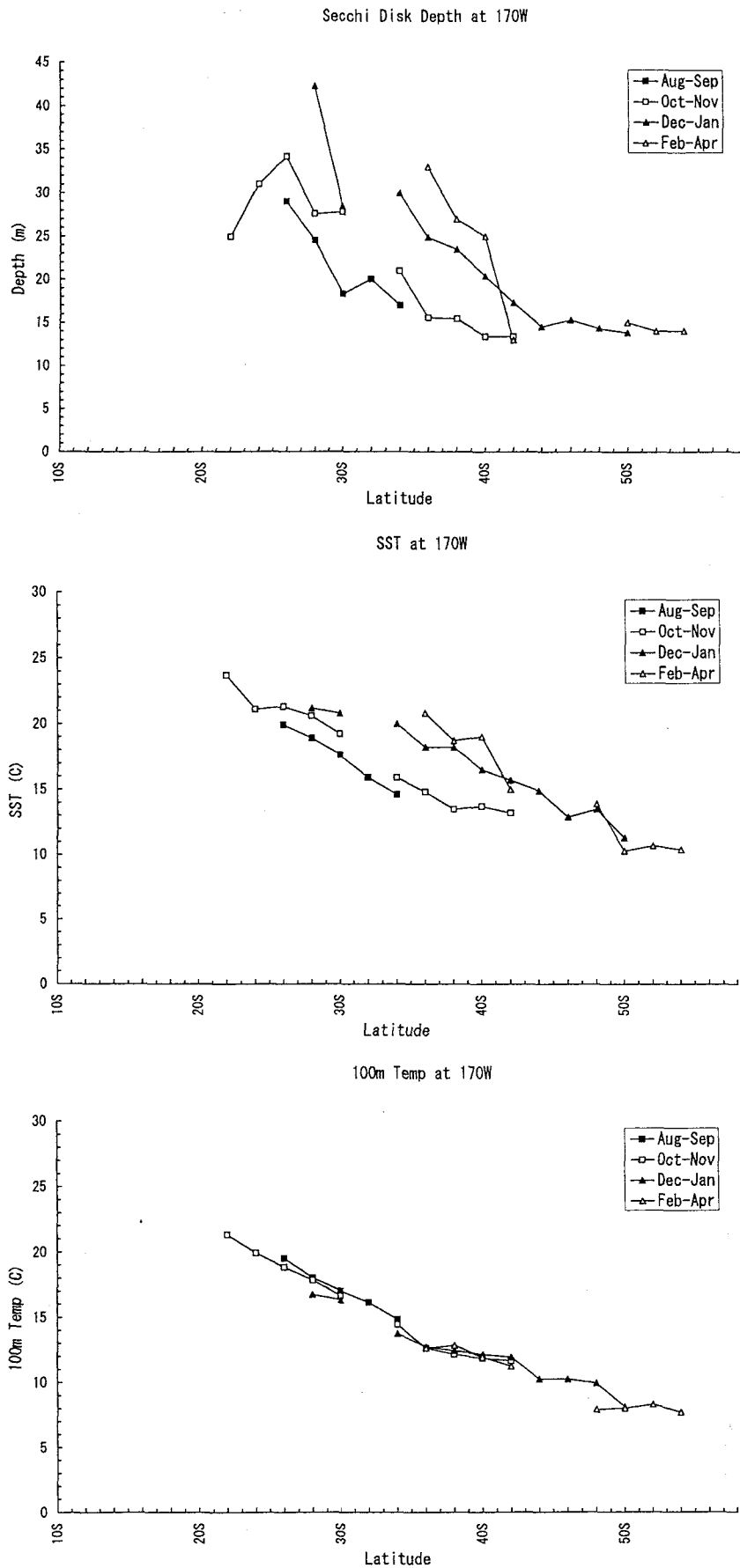


図 2-6. 透明度, 表面水温 (SST) と 100m 層水温の季節変化 (170° W~180°)
 Fig. 2-6. Seasonal changes in Secchi disk depth, sea surface temperature (SST) and 100m water temperature at 170W-180.

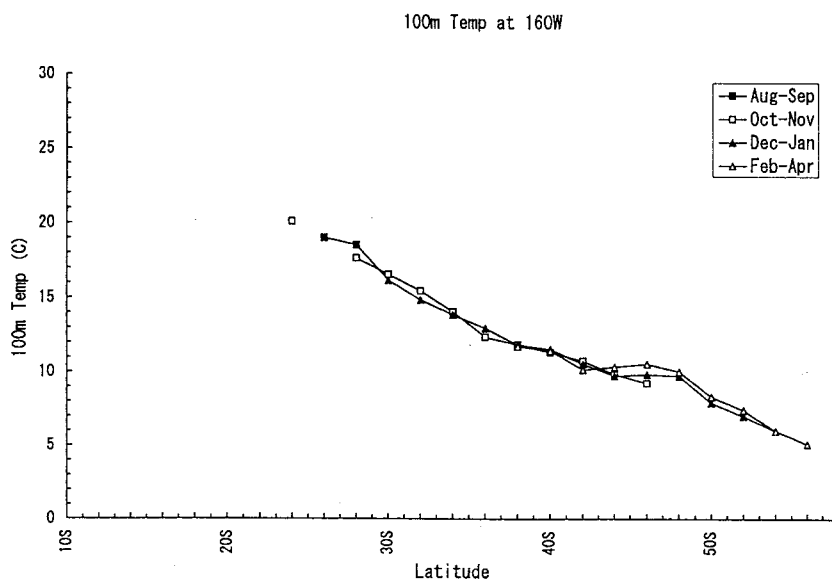
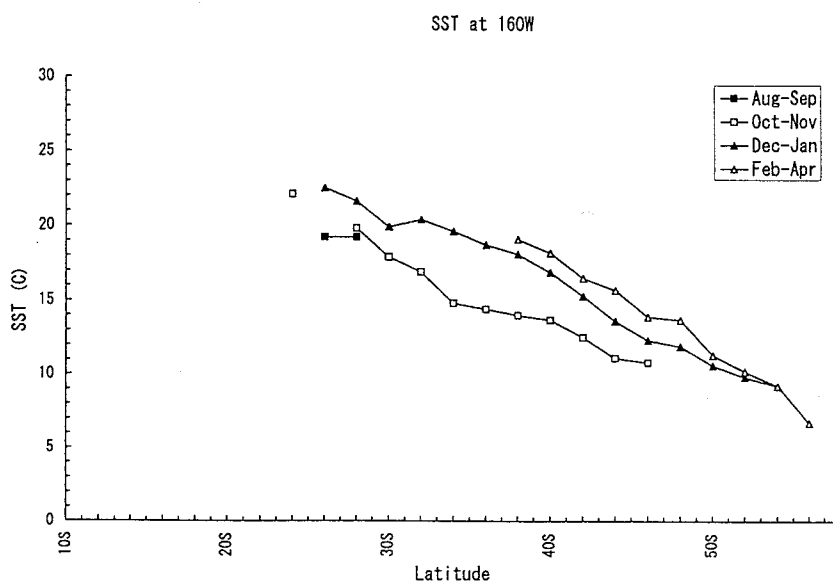
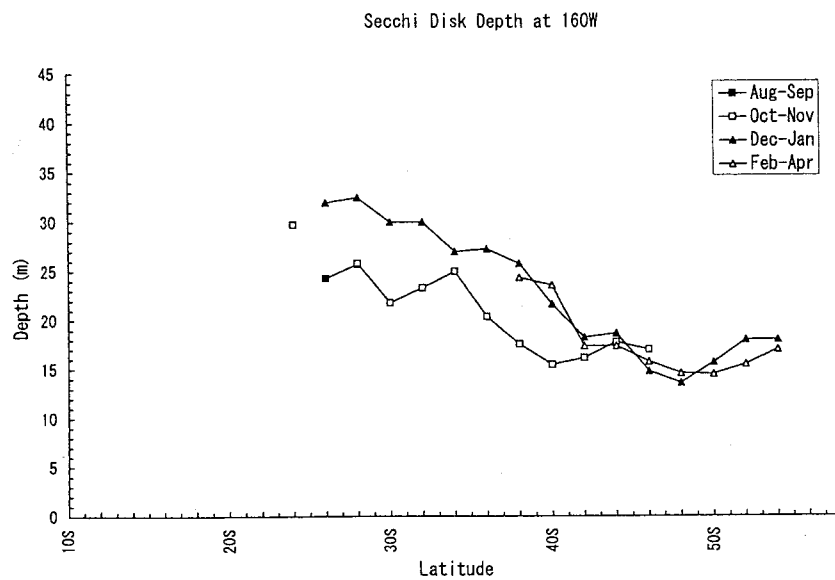


図 2-6. つづき (160° W~170° W)
Fig. 2-6. Continued (160W-170W).

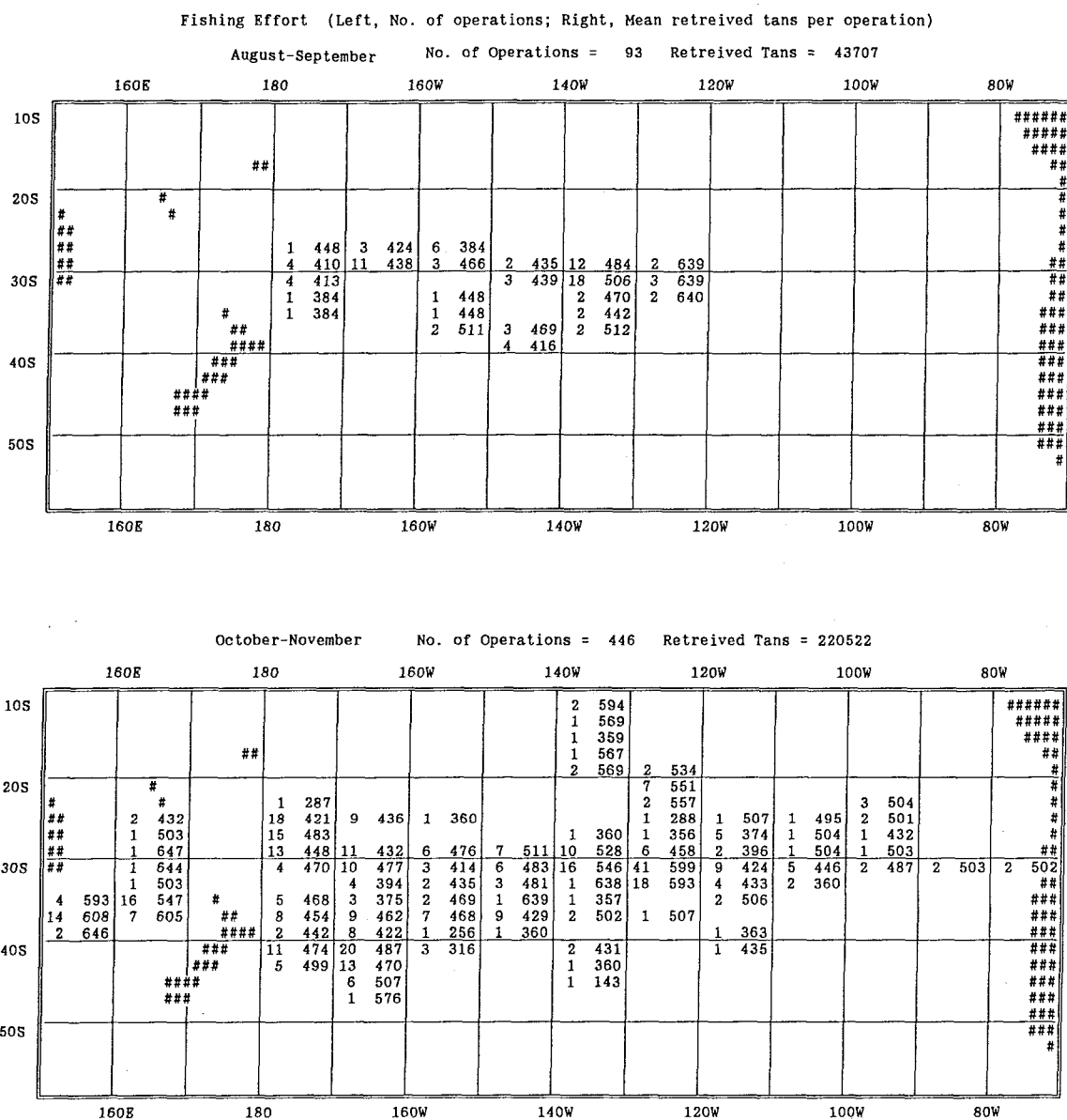


図 2-7. 漁獲努力量の緯度2度・経度10度別分布

左：操業回数，右：1回の操業の有効反数

Fig. 2-7. Distribution of fishing effort by 2x10 degree block.

Left: No. of operations, Right: No. of effective tans.

Fishing Effort (Left, No. of operations; Right, Mean retrieved tans per operation)

December-January No. of Operations = 453 Retrieved Tans = 223310

	160E	180	160W	140W	120W	100W	80W
10S							#####
		##					#####
20S							#####
	#	#					#####
	##						#####
	##		2 500	4 606	1 432		#####
	##		3 431	1 604			#####
30S	##		2 500	2 359	5 518	6 503	#####
			1 502	5 402	1 429	1 434	#####
		#	1 501	5 472		3 453	#####
	10 631	3 646	9 462	3 474	6 590	8 484	#####
	18 657	13 624	23 535	27 536	5 618	1 506	#####
40S		3 645	7 452	13 464	1 435	3 638	#####
		###	4 489	20 500	5 468	4 572	#####
		###	2 479	13 461	7 360	3 288	#####
		###	8 469	20 487	3 442	6 375	#####
			4 367	20 470	2 352	2 540	#####
50S			13 353	7 443	1 435	1 254	#####
			4 396	3 483			#####
			1 192	2 339			#####
	160E	180	160W	140W	120W	100W	80W

February-April No. of Operations = 261 Retrieved Tans = 119935

	160E	180	160W	140W	120W	100W	80W
10S							#####
		##					#####
20S							#####
	#	#					#####
	##						#####
	##						#####
30S	##						#####
		#					#####
		##	1 448	1 713			#####
		###	2 532	5 458	22 603	32 651	#####
40S			3 469	10 510	1 644		#####
		###	1 512	18 544	3 447		#####
		###		14 406	2 448	1 506	#####
		###		7 444	7 503	2 509	#####
			1 360	21 420	4 496	9 478	#####
50S			3 383	20 400	2 416	1 448	#####
		2 274	1 17	23 360	5 310	3 297	#####
			2 242	7 145	1 448	1 320	#####
				2 216			#####
	160E	180	160W	140W	120W	100W	80W

図2-7. つづき
Fig. 2-7. Continued.

Fishing Effort (Left, No. of operations; Right, Mean retrieved tans per operation).

All period No. of Operations = 1254 Retrieved Tans = 607941

	160E	180	160W	140W	120W	100W	80W					
10S					2 594 1 569 1 359 1 567 2 569		##### ##### ##### #####					
20S		##			2 534 7 551 2 557 1 288		##### ##### ##### #####					
	# ## ## ## ##	# 2 432 1 503 1 647	1 287 18 421 16 481 20 448	9 436 5 454 4 434 10 486	1 360 10 473 10 505 22 504	10 505 3 420 5 523 8 503	50 590 9 424 20 597 3 413 4 507 1 448	1 506 4 587 6 548 6 549 2 441 7 511 1 218	1 216 2 211 1 359 1 358	3 504 2 501 1 504 1 432 1 504 503	##### ##### ##### ##### ##### #####	
30S	## 4 593 24 617 20 656	1 644 1 503 16 547 10 618 13 624	## # ## ####	10 453 1 384 7 461 18 457 27 528	12 458 5 415 8 436 12 465 40 503	8 479 4 416 4 472 16 535 28 593	14 470 4 468 5 523 12 439 37 618	36 522 4 503 3 413 4 507 1 448	50 590 9 424 20 597 3 413 4 507 1 506	1 506 4 587 6 548 6 549 2 441 7 511 1 218	1 216 2 211 1 359 1 358	2 502 2 503 2 503 2 503 2 503 2 503 2 503
40S		3 645 ### ### ###	## ### ### ###	21 466 10 496 2 479 8 469 5 366	43 485 51 508 33 446 28 479 41 445	5 405 8 460 9 380 10 484 6 448	3 512 5 418 4 342 12 365 2 441 11 456	7 480 11 487 4 342 12 365 2 441 7 511	1 506 4 587 6 548 6 549 1 212 1 359 1 214	1 216 2 211 1 359 1 358	2 431 1 504 4 484 4 484 4 484	##### ##### ##### ##### ##### ##### #####
50S		2 274		16 359 1 17 2 242	27 411 27 366 8 151 2 216	3 422 8 375 3 375	1 573 3 297 1 448	2 351 3 297 1 320	2 211 1 359 1 358	1 216 1 216	##### #	
	160E	180	160W	140W	120W	100W	80W					

図2-7. つづき

Fig. 2-7. Continued.

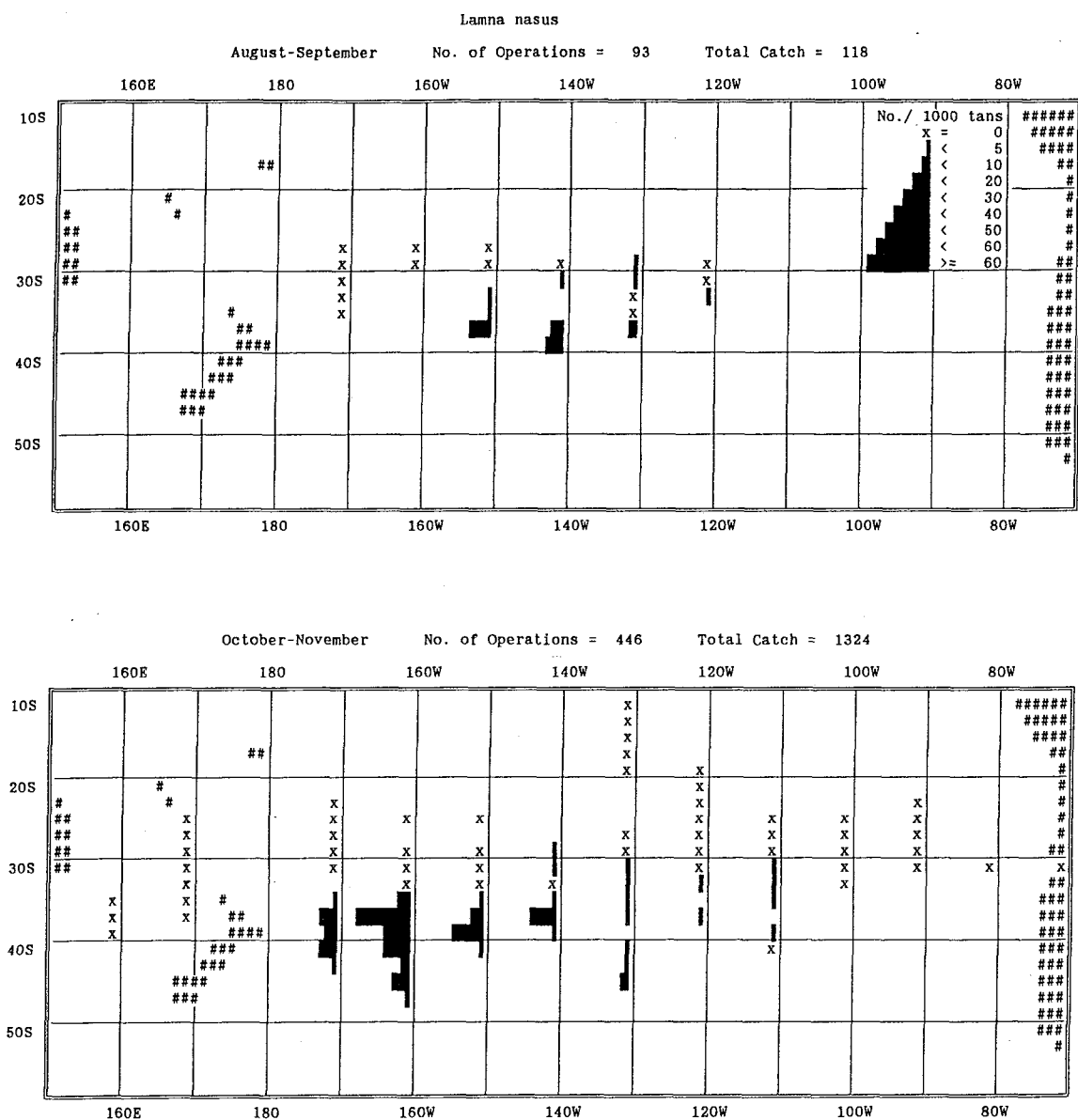


図2-8. ニシネズミザメ *Lamna nasus* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-8. Distribution of CPUE of *Lamna nasus* by 2x10 degree block.

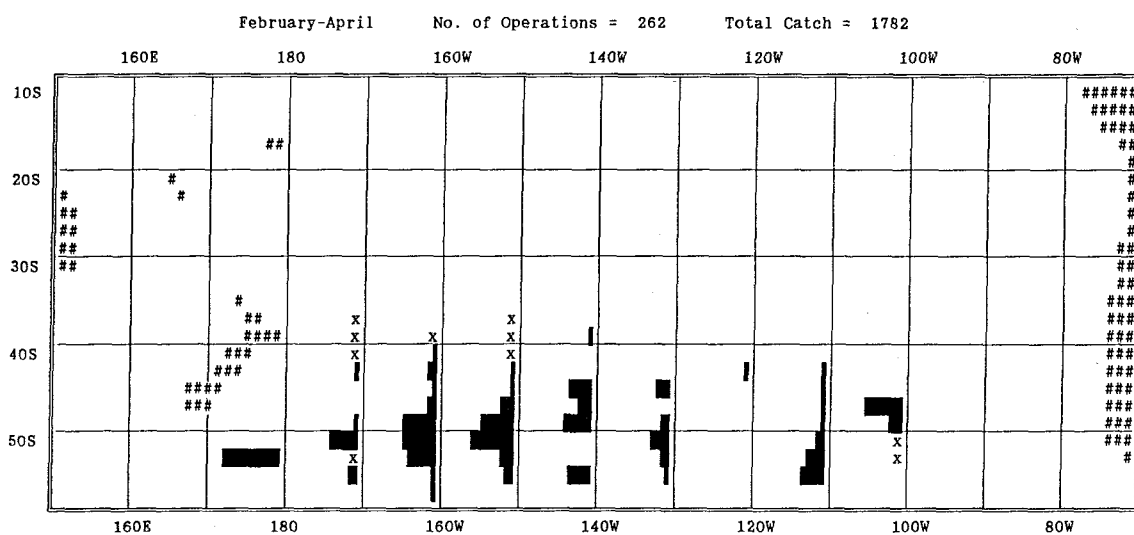
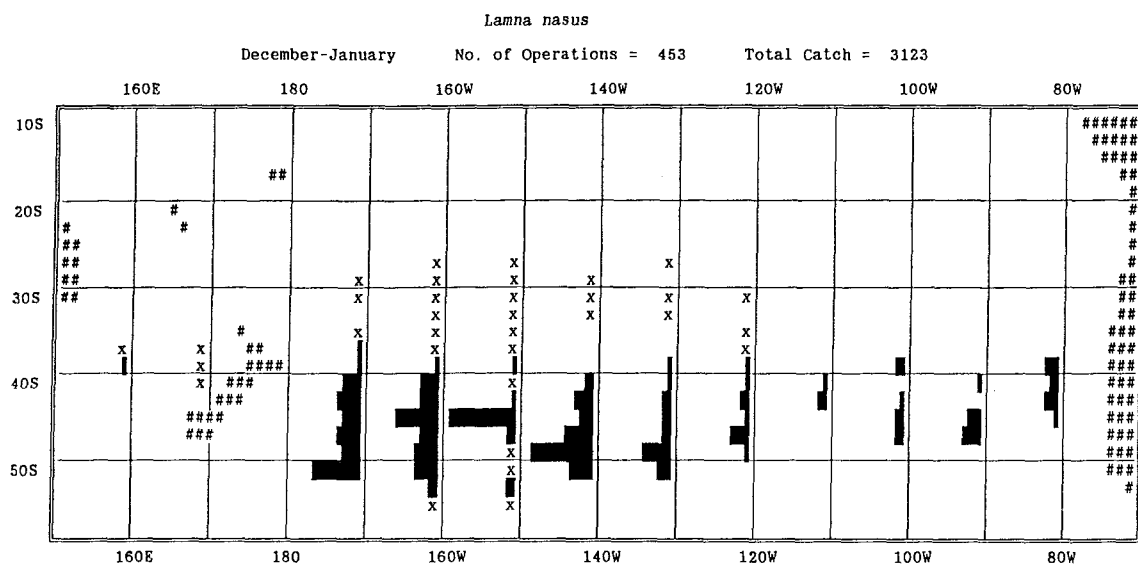


図2-8. つづき

Fig. 2-8. Continued.

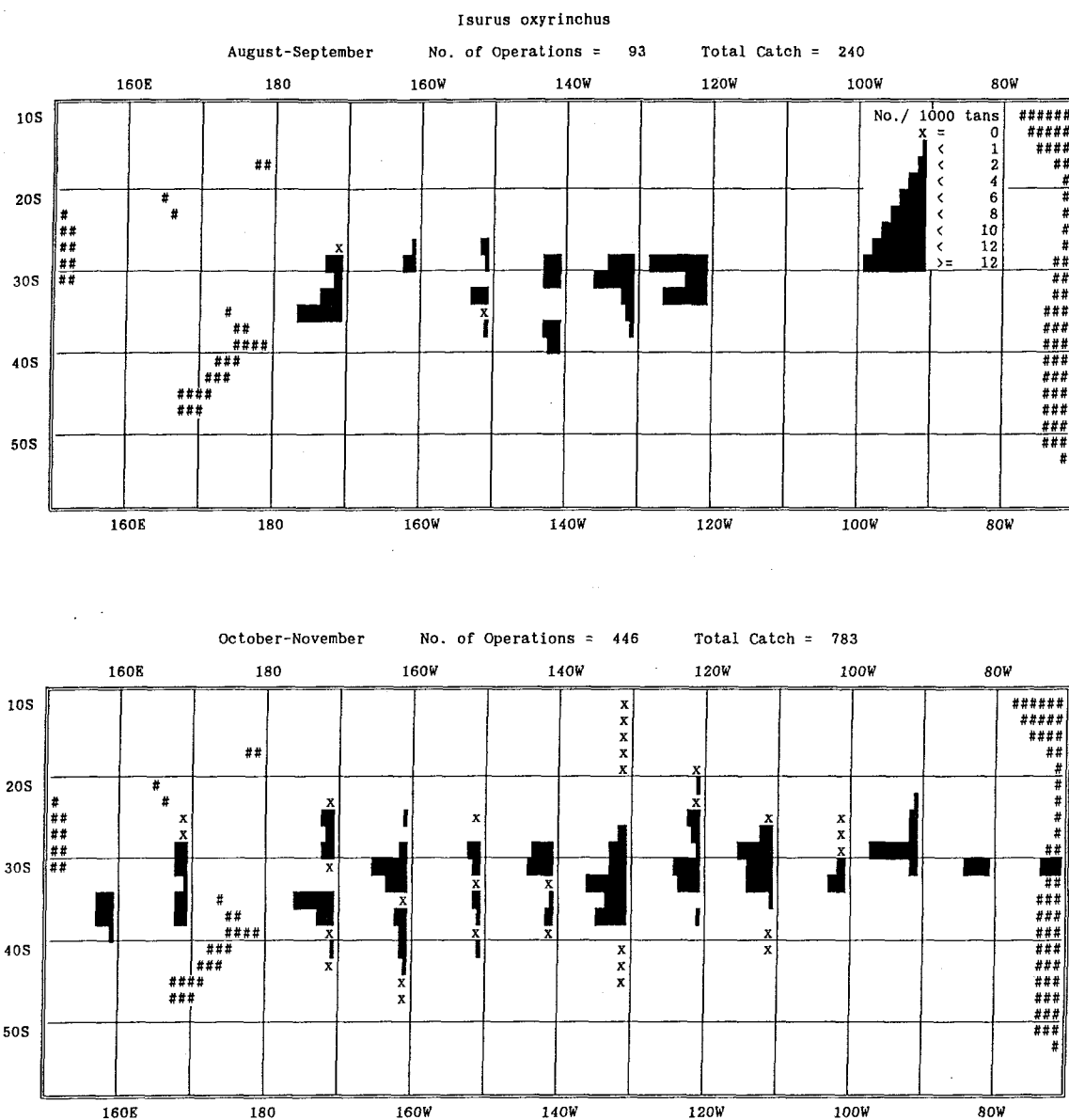


図2-9. アオザメ *Isurus oxyrinchus* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-9. Distribution of CPUE of *Isurus oxyrinchus* by 2x10 degree block.

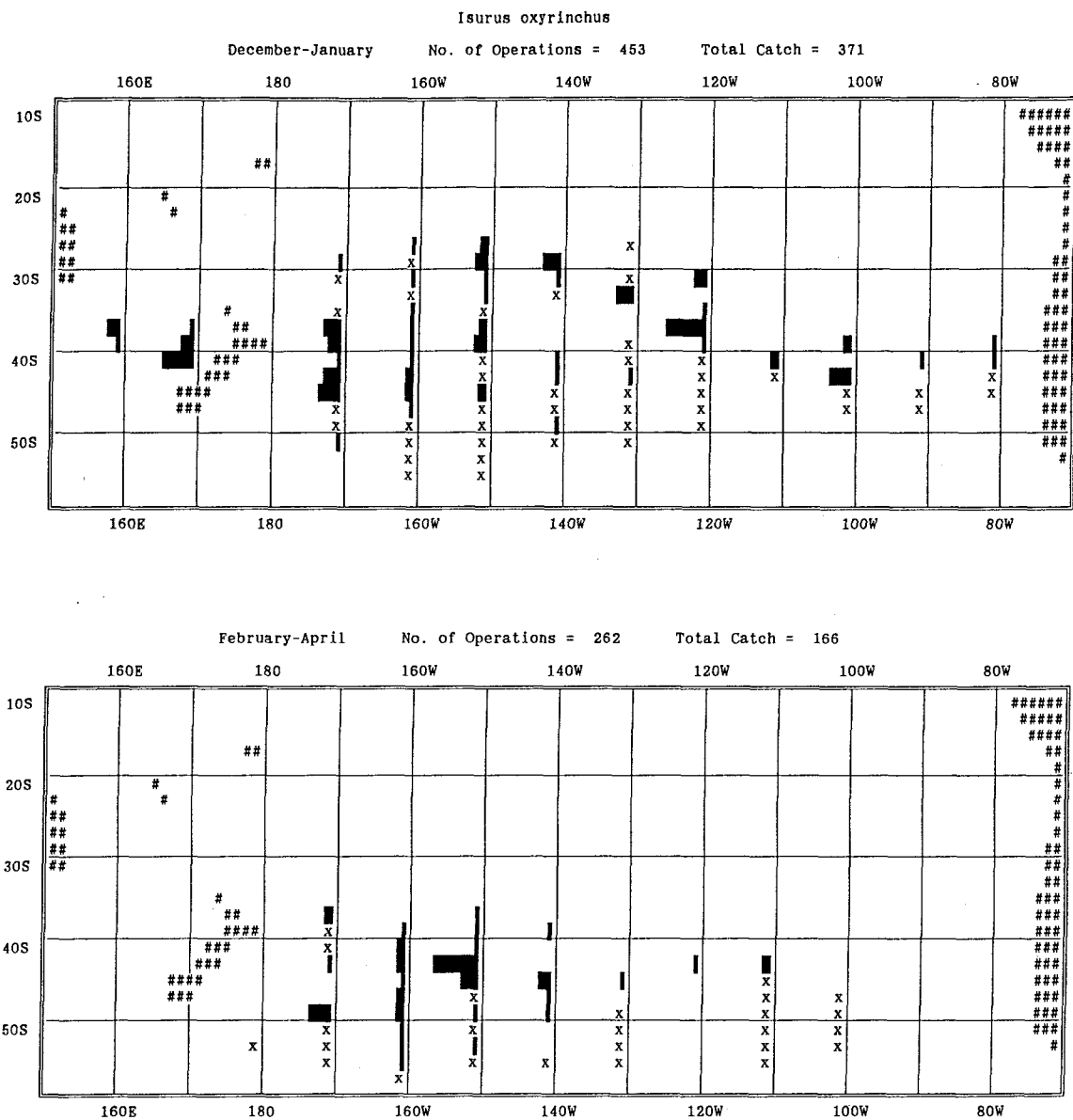


図2-9. つづき

Fig. 2-9. Continued.

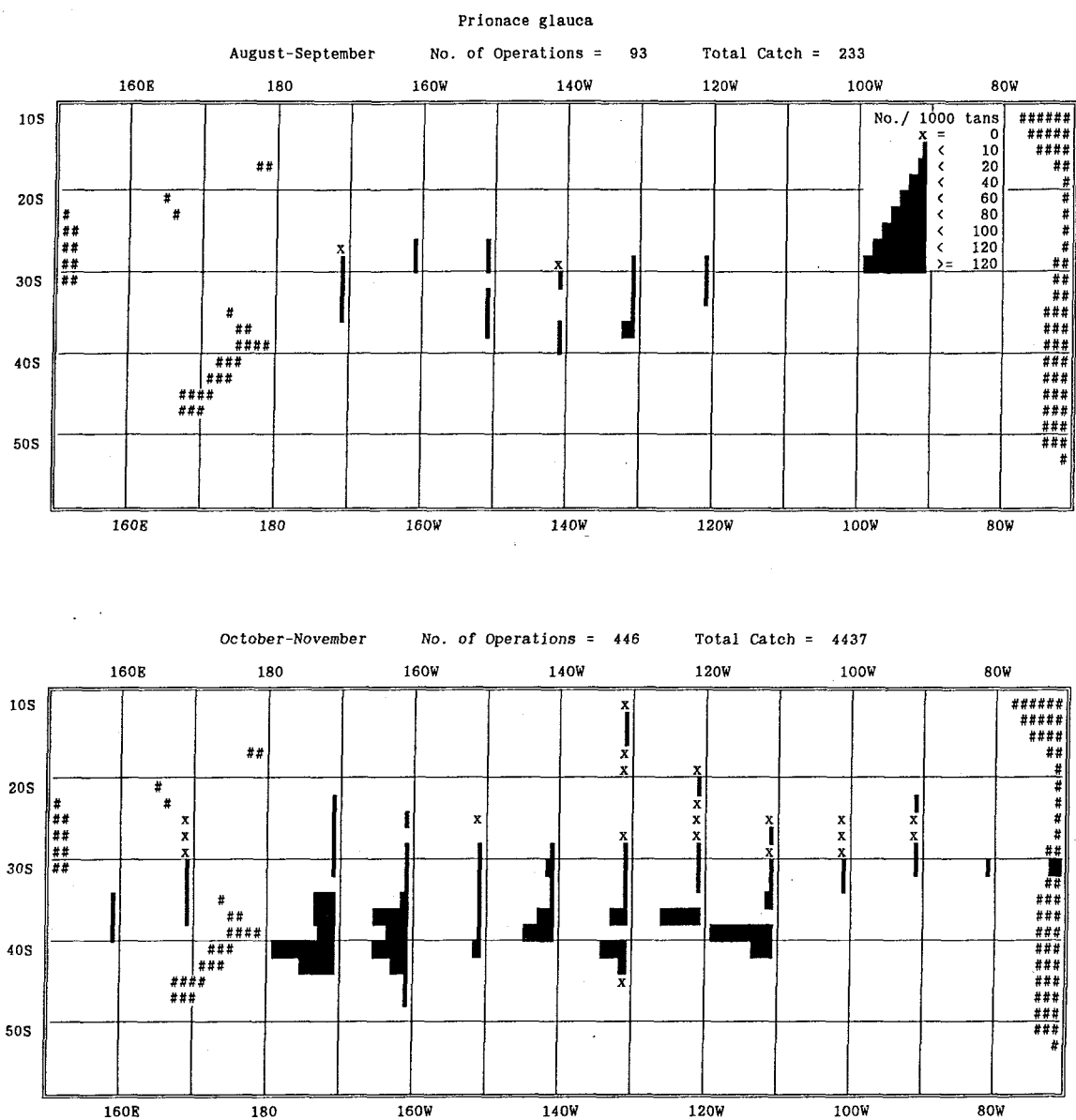


図2-10. ヨシキリザメ *Prionace glauca* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-10. Distribution of CPUE of *Prionace glauca* by 2x10 degree block.

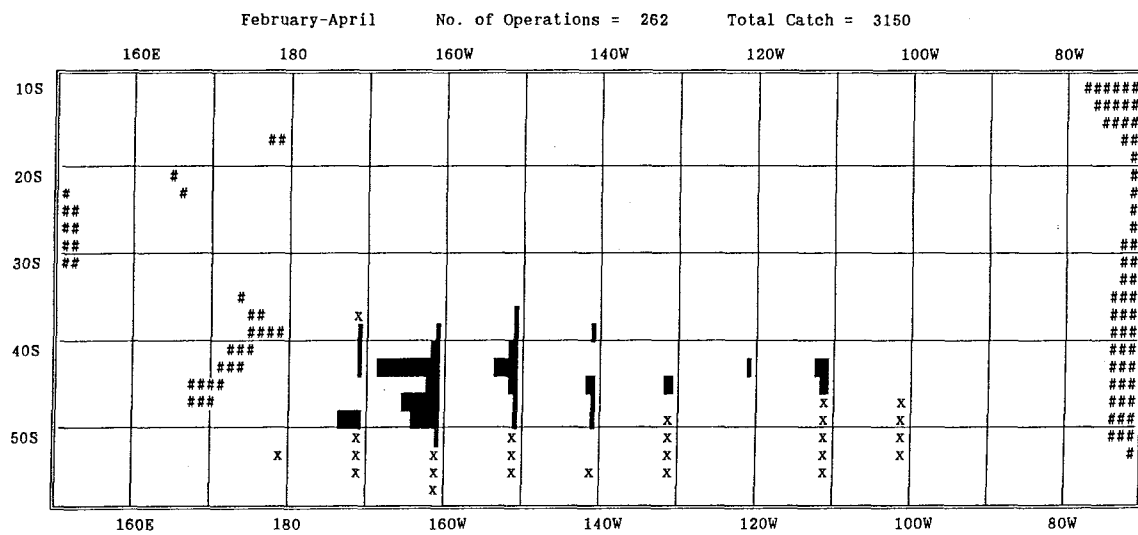
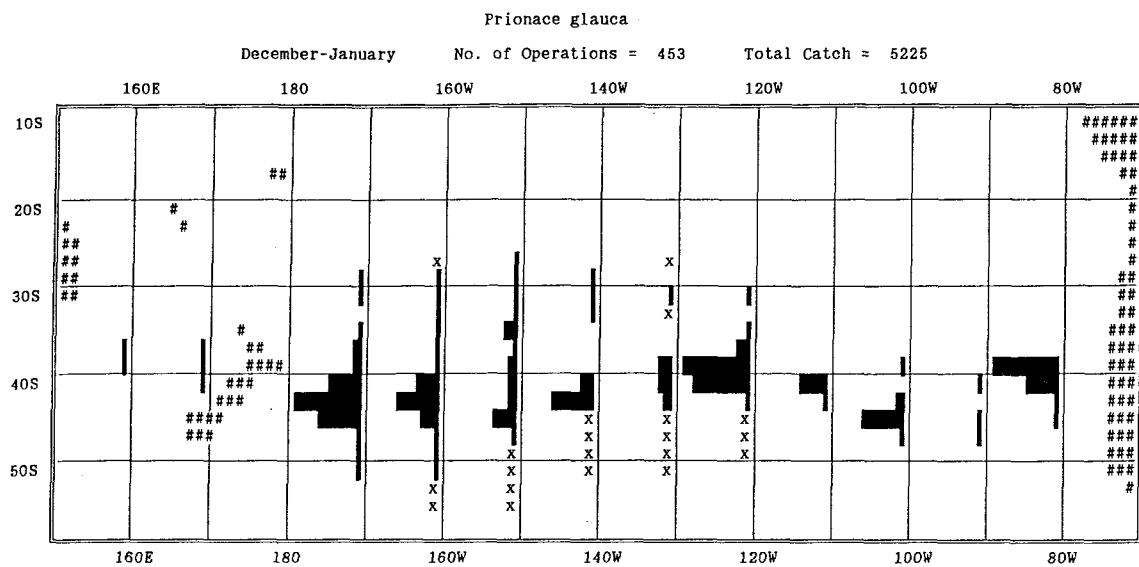


図2-10. つづき

Fig. 2-10. Continued.

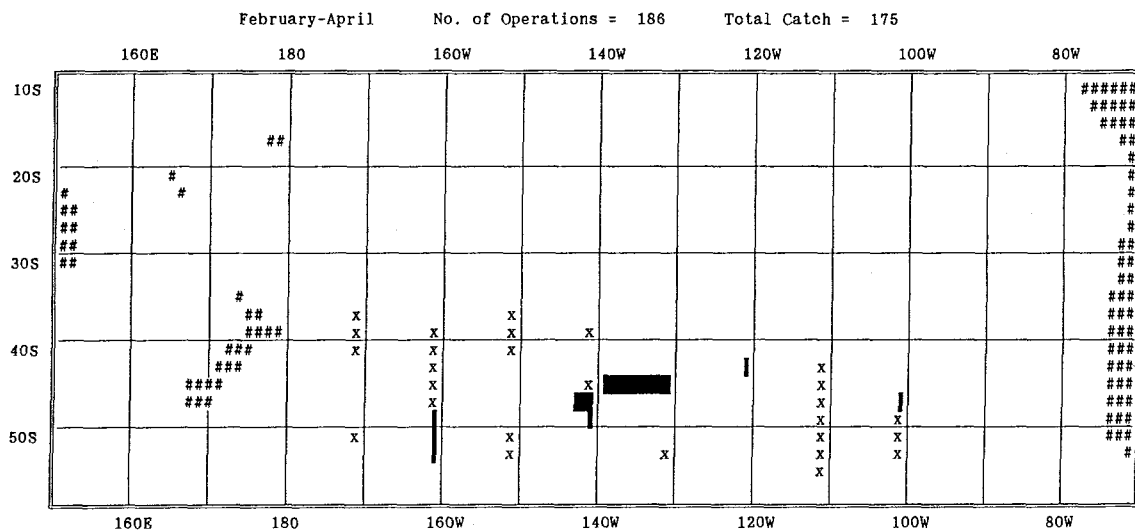
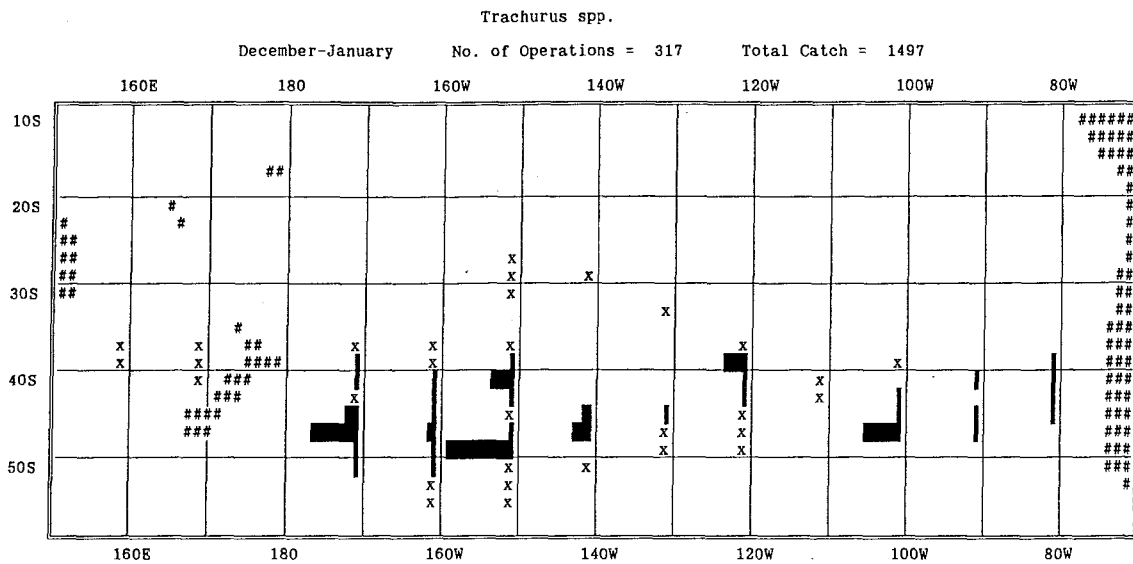


図2-11. つづき

Fig. 2-11. Continued.

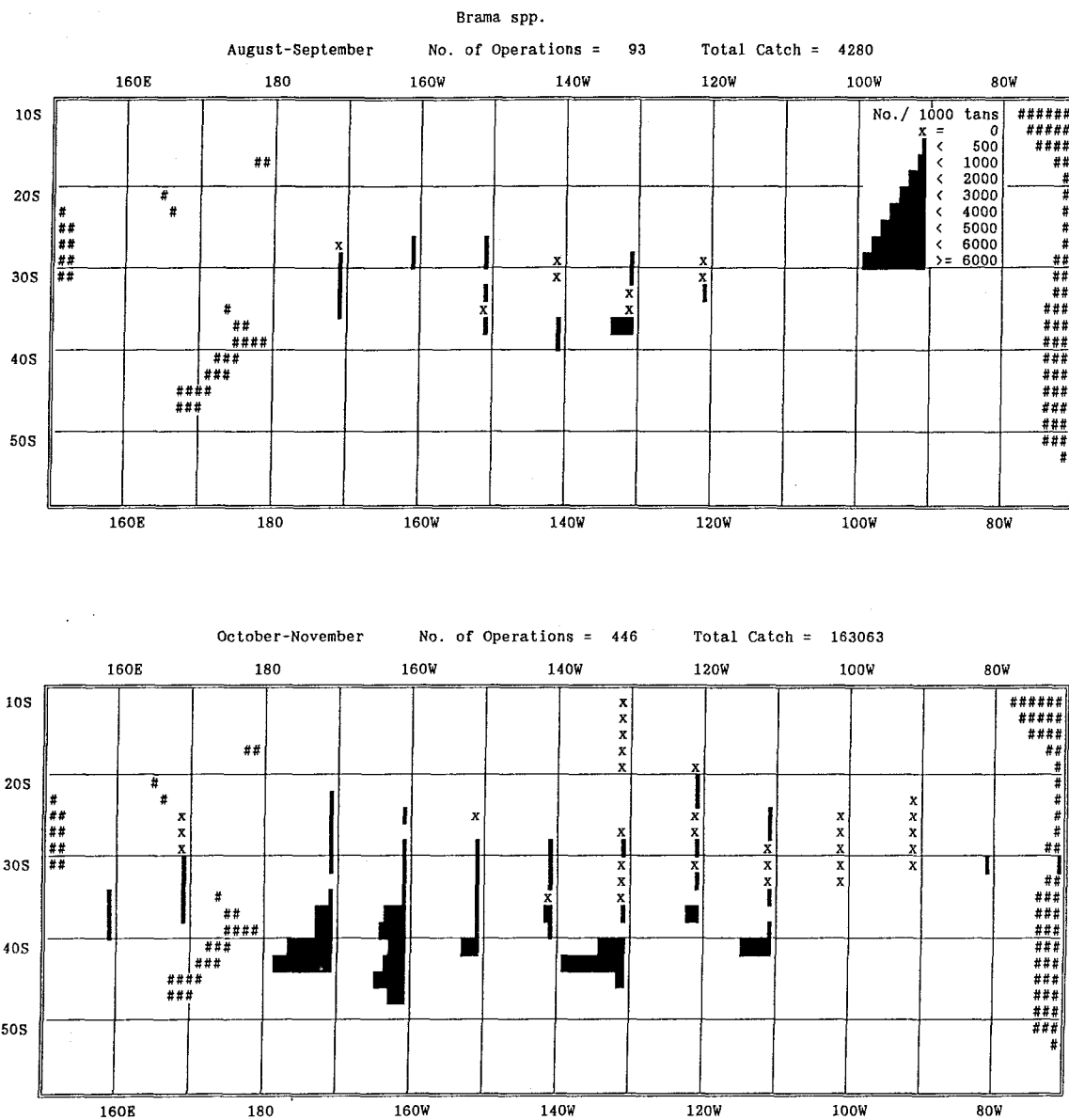


図 2-12. ニシシマガツオ *Brama* spp. のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-12. Distribution of CPUE of *Brama* spp. by 2x10 degree block.

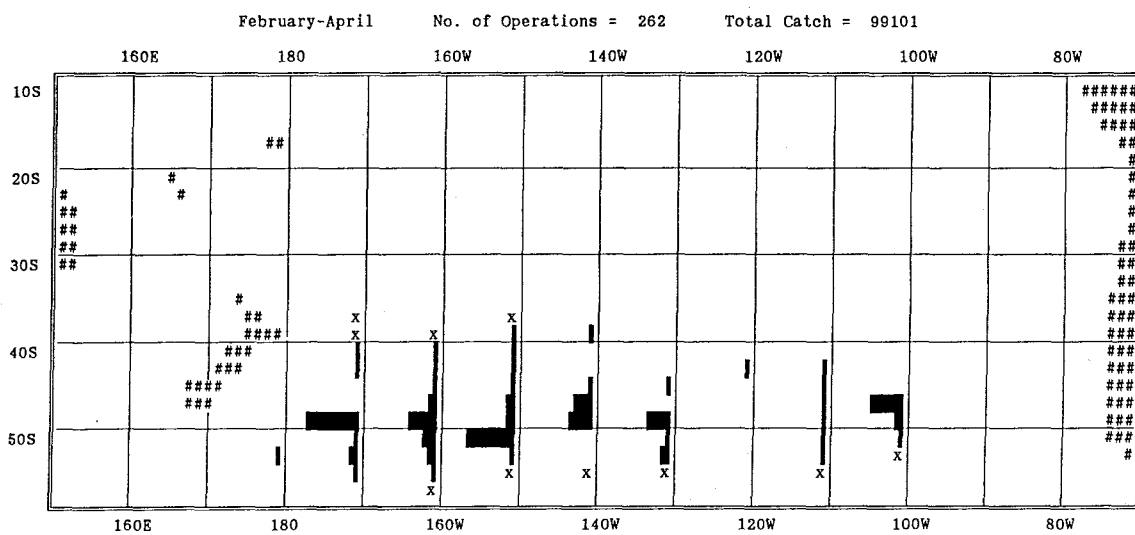
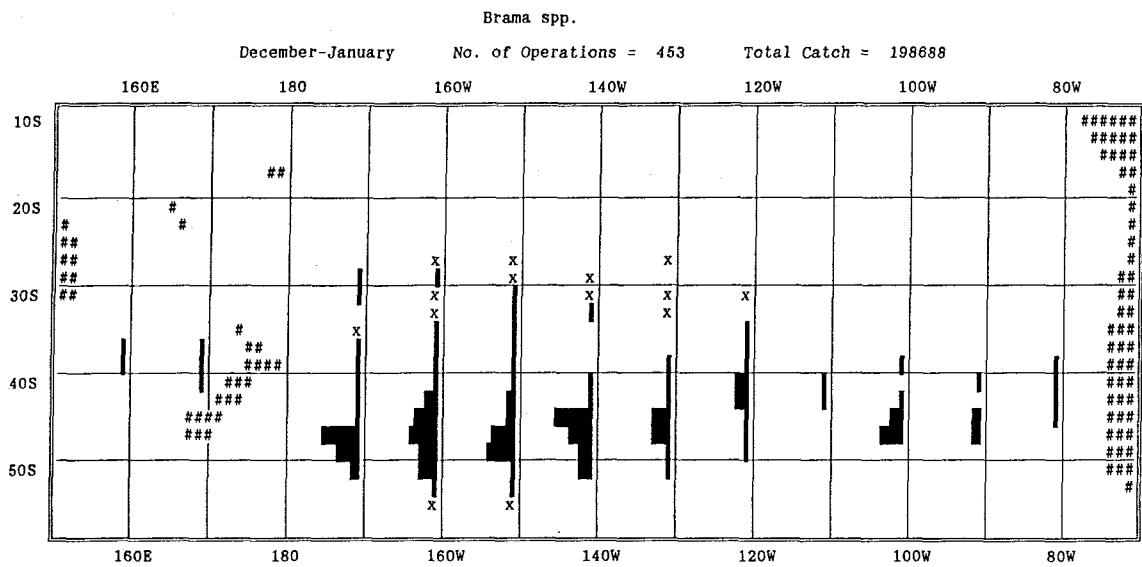


図2-12. つづき
Fig. 2-12. Continued.

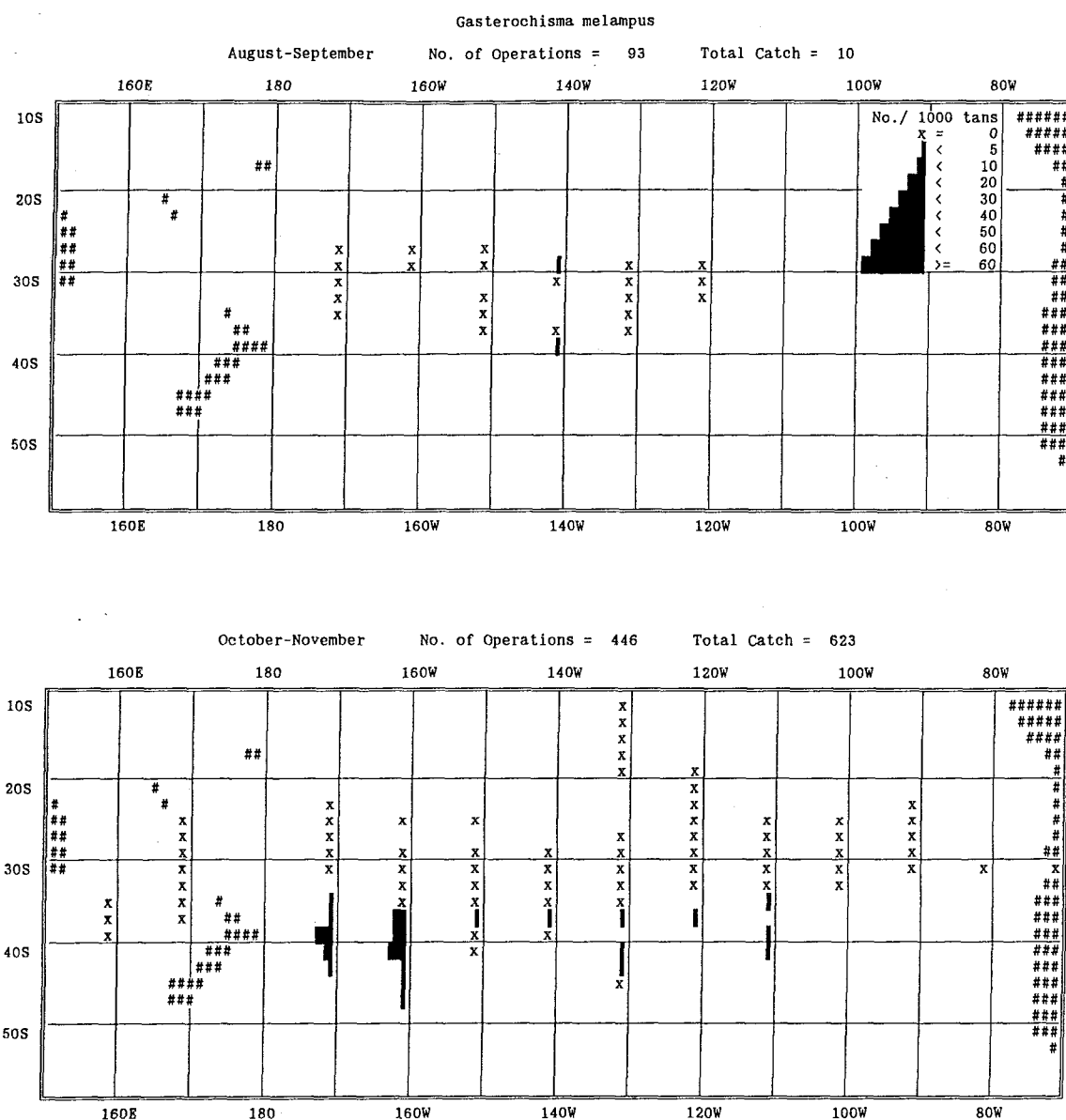


図2-13. ガストロ *Gasterochisma melampus* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-13. Distribution of CPUE of *Gasterochisma melampus* by 2x10 degree block.

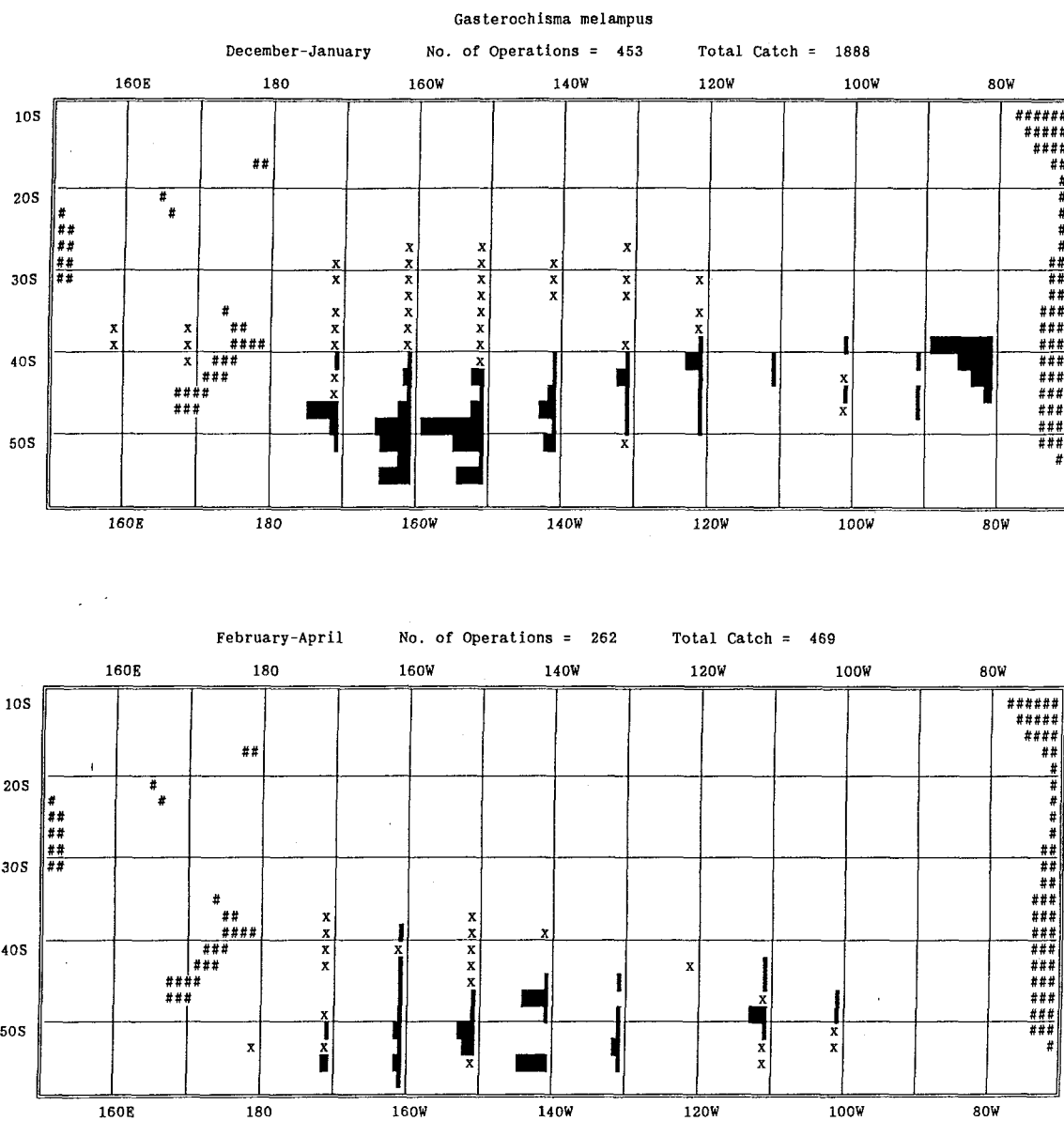


図2-13. つづき
Fig. 2-13. Continued.

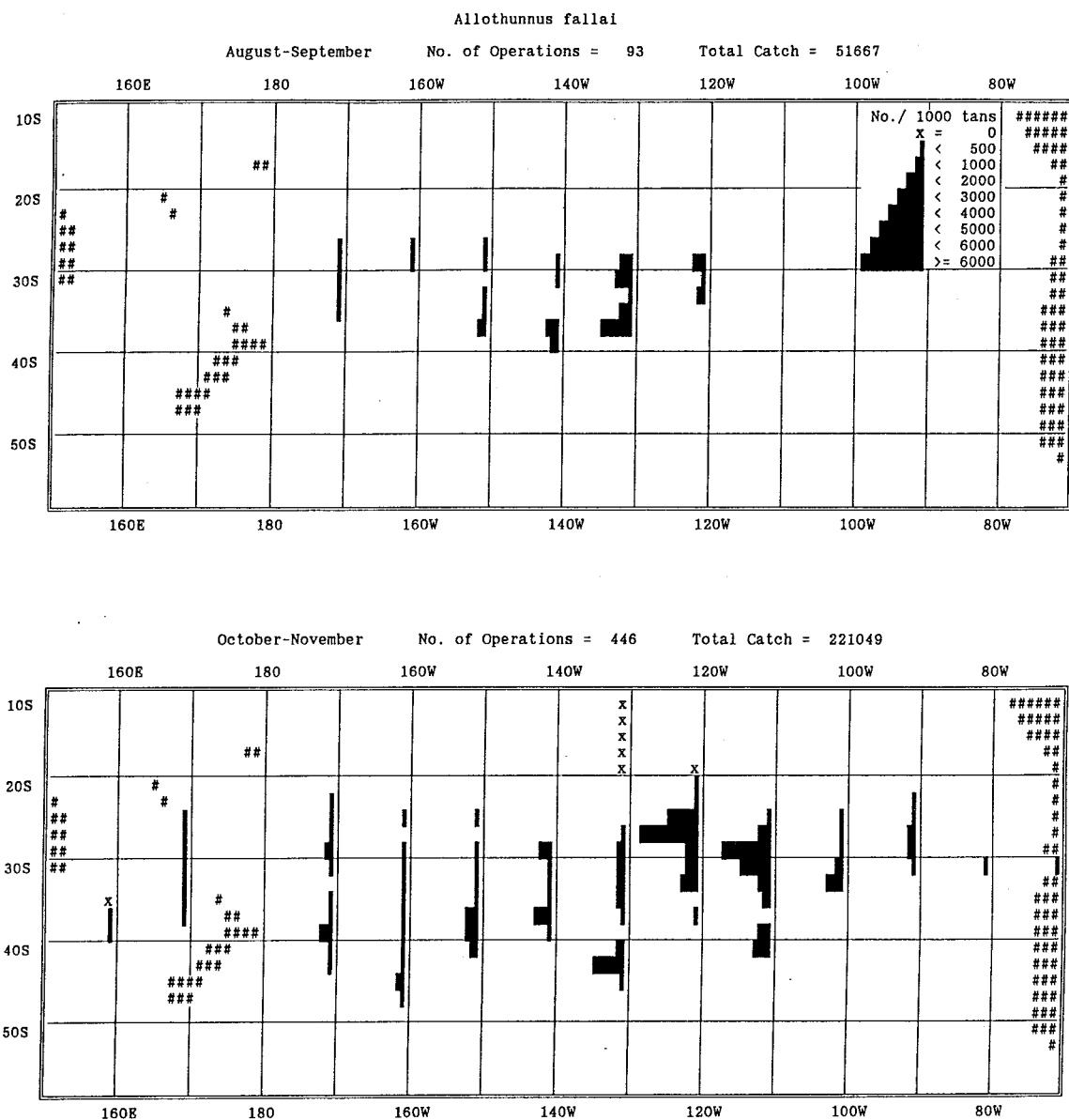


図 2-14. アロツナス *Allothunnus fallai* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-14. Distribution of CPUE of *Allothunnus fallai* by 2x10 degree block.

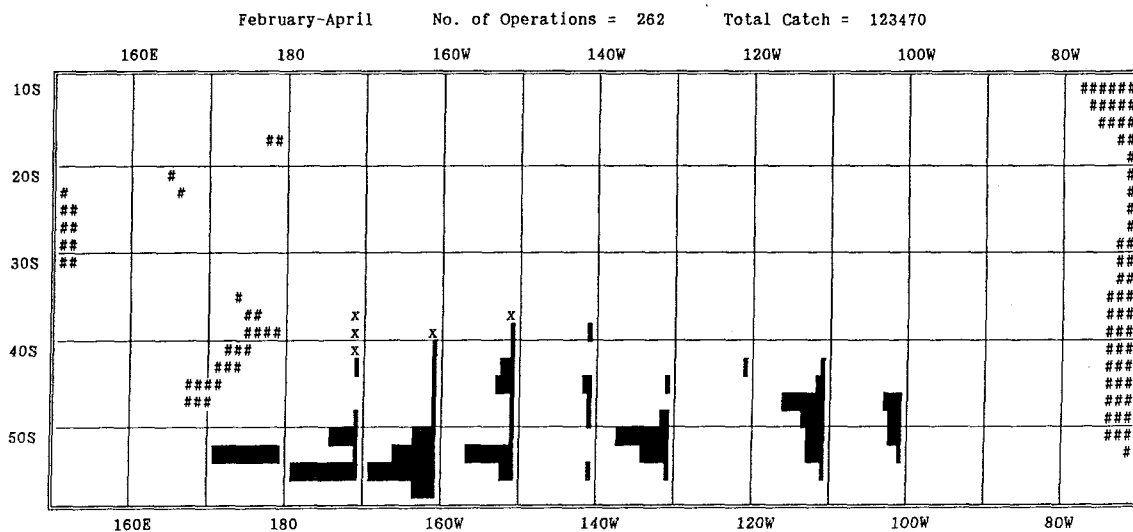
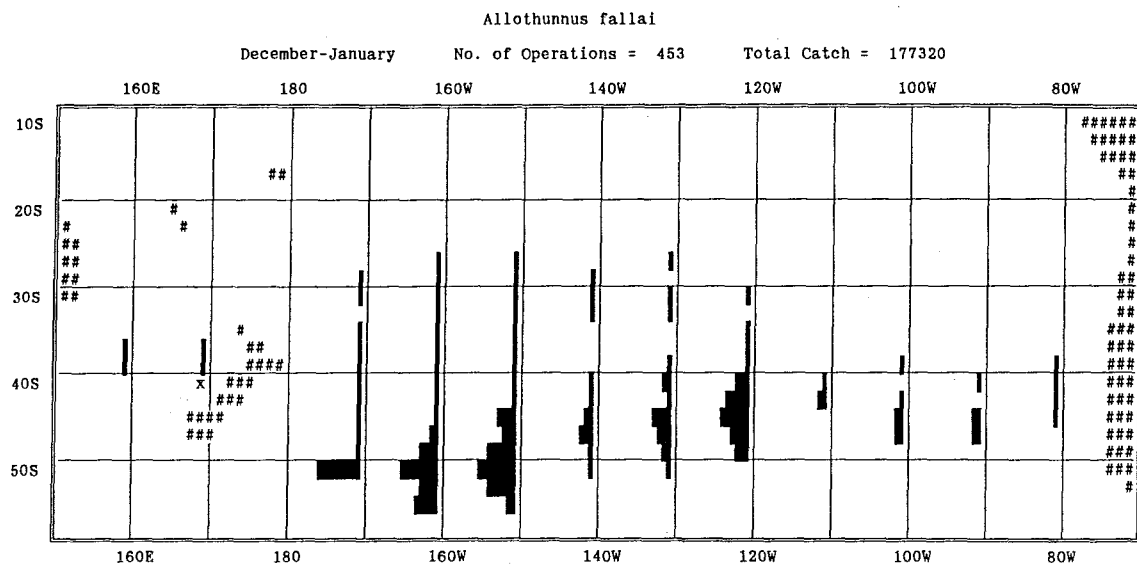


図2-14. つづき
Fig. 2-14. Continued.

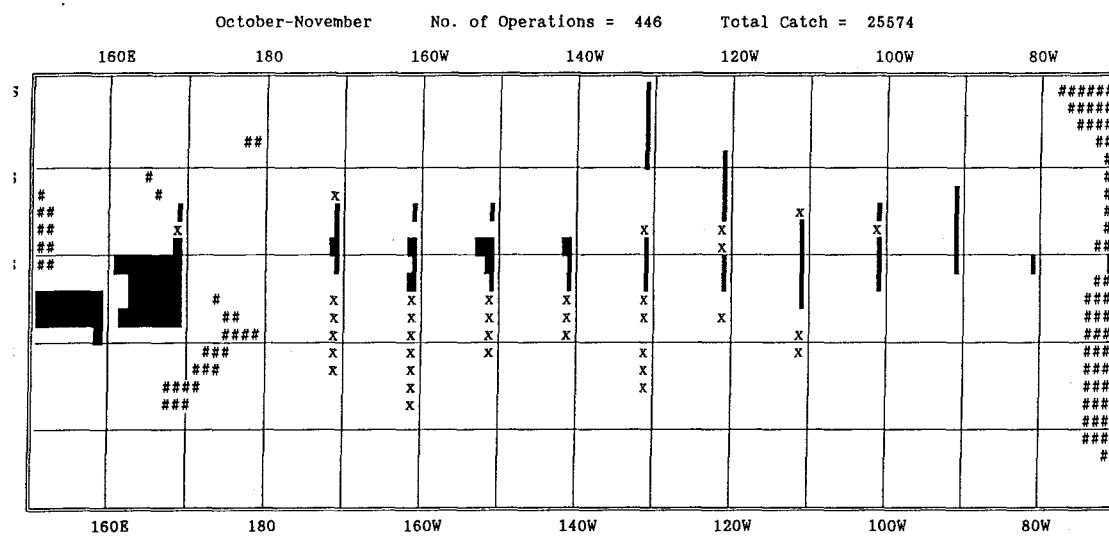
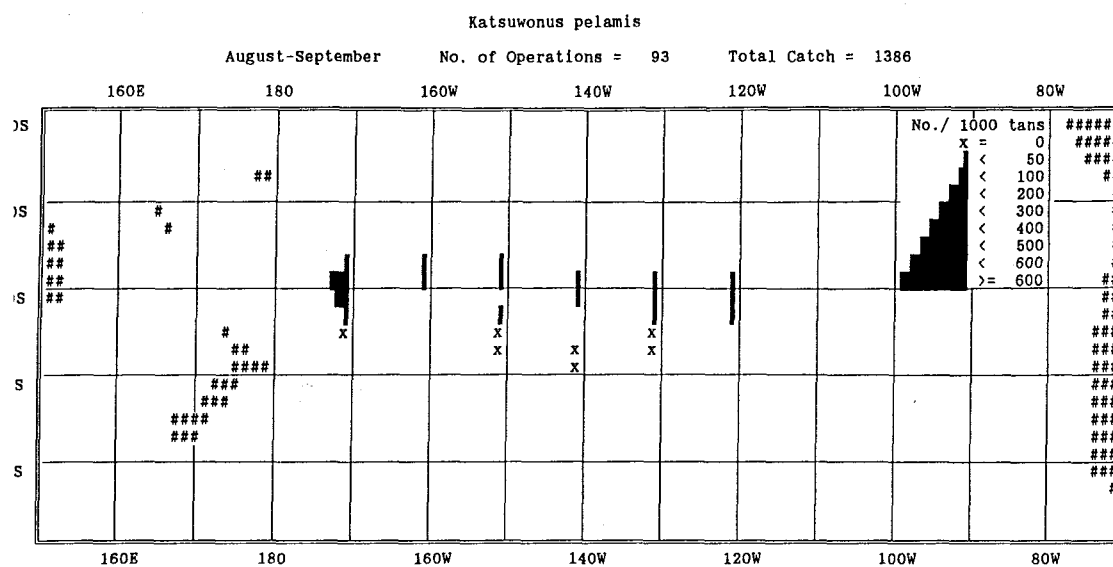


図2-15. カツオ *Katsuwonus pelamis* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-15. Distribution of CPUE of *Katsuwonus pelamis* by 2x10 degree block.

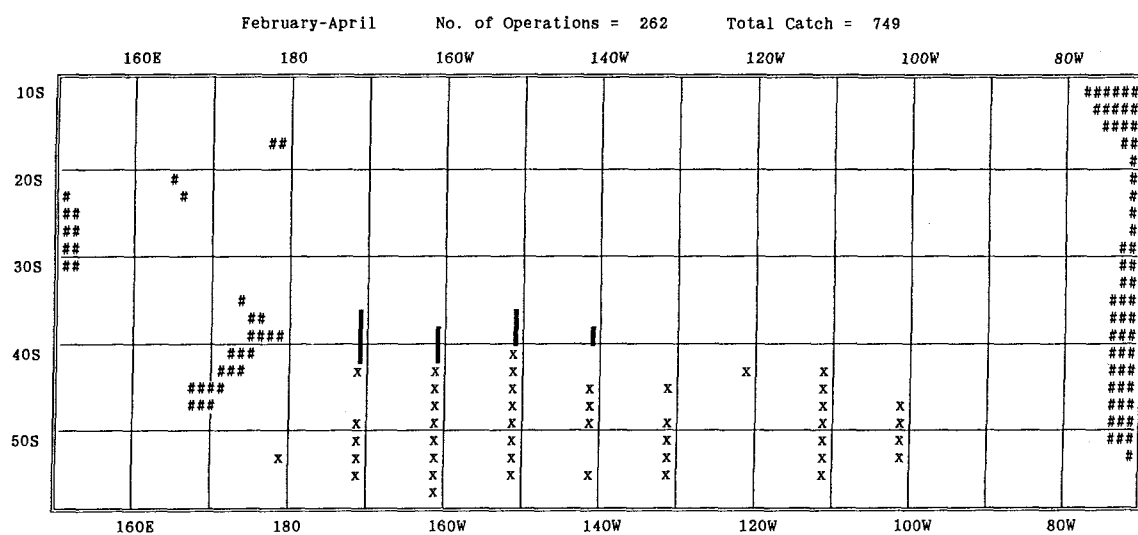
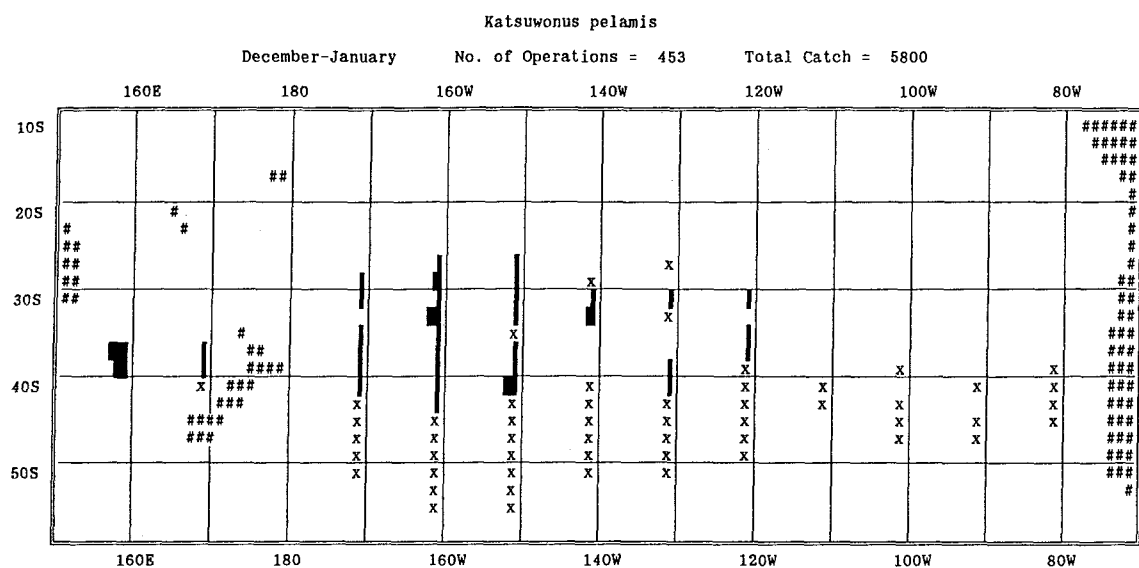


図2-15. つづき
Fig. 2-15. Continued.

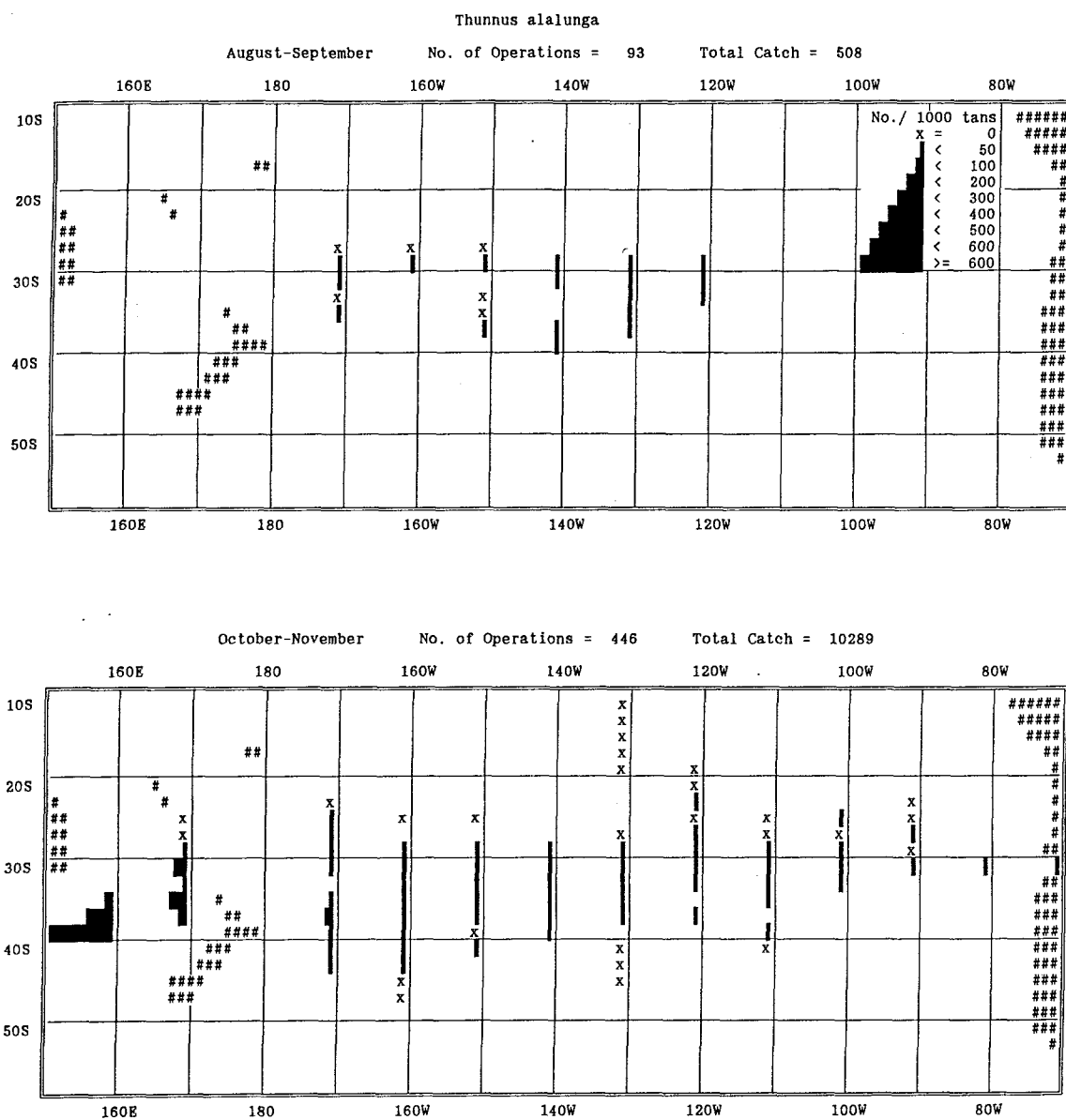


図2-16. ビンナガ *Thunnus alalunga* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-16. Distribution of CPUE of *Thunnus alalunga* by 2x10 degree block.

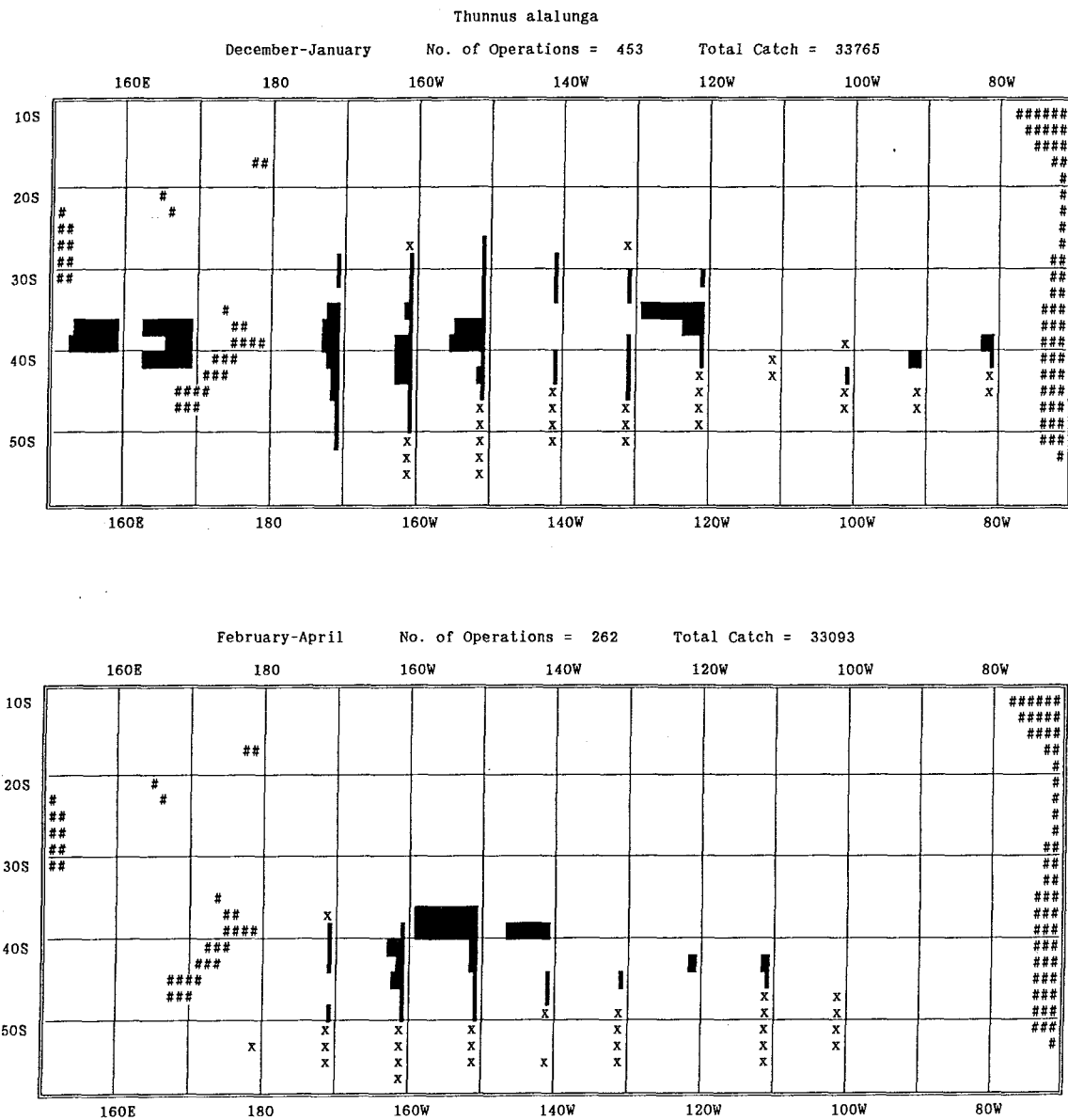


図2-16. つづき

Fig. 2-16. Continued.

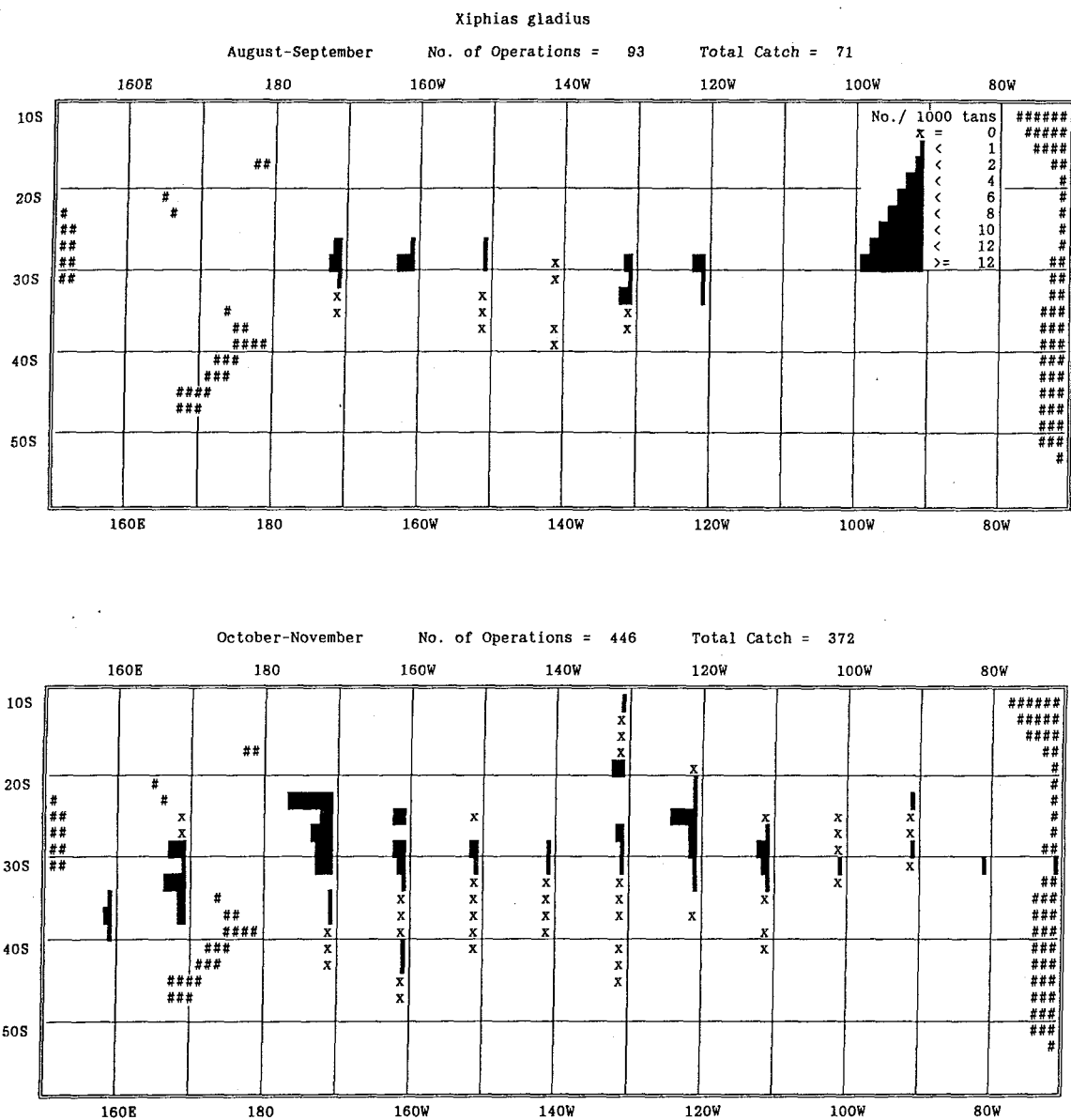


図2-17. メカジキ *Xiphias gladius* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-17. Distribution of CPUE of *Xiphias gladius* by 2x10 degree block.

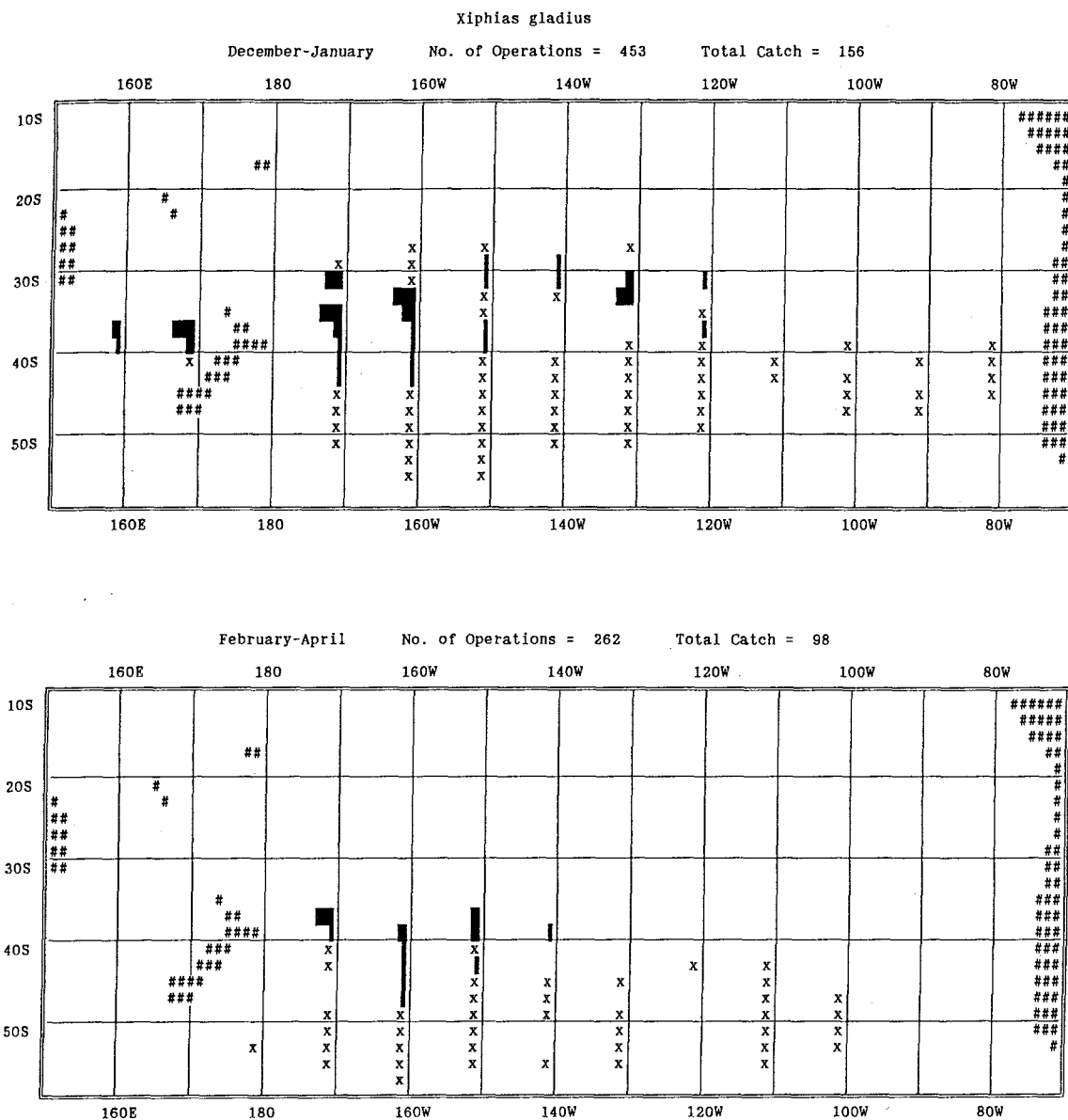


図2-17. つづき
Fig. 2-17. Continued.

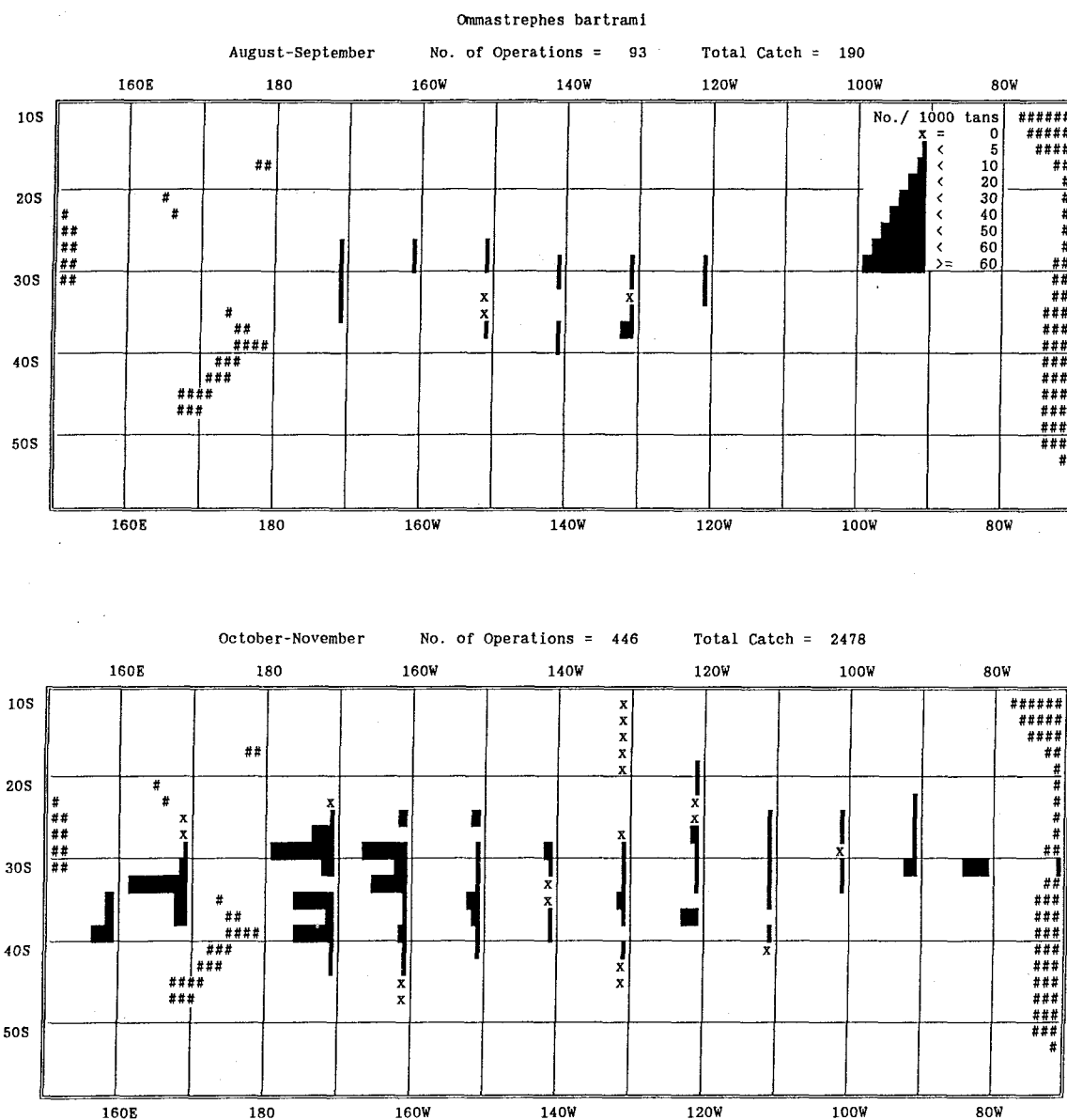


図 2-18. アカイカ *Ommastrephes bartrami* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-18. Distribution of CPUE of *Ommastrephes bartrami* by 2x10 degree block.

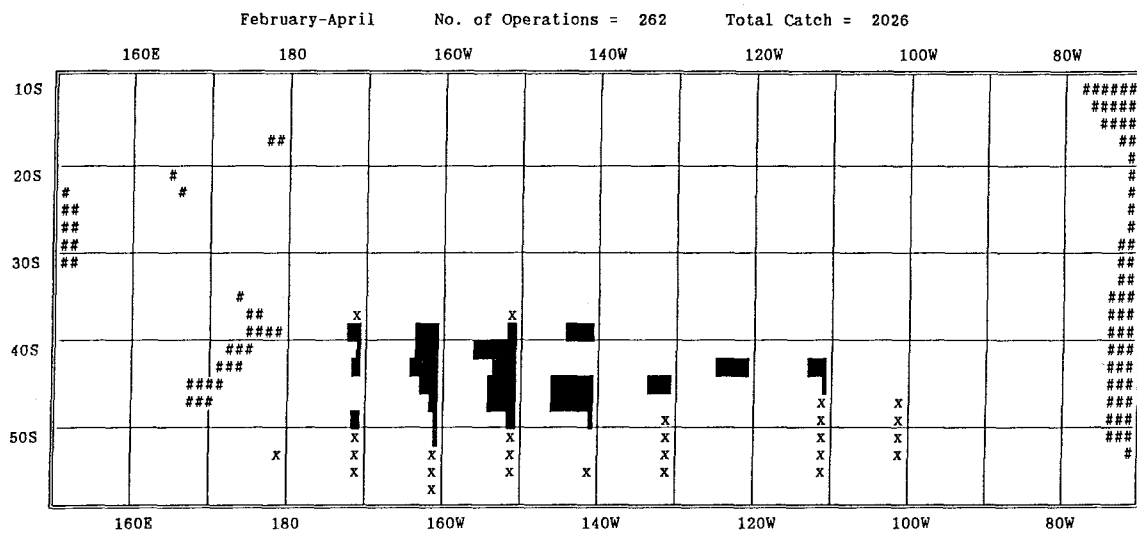
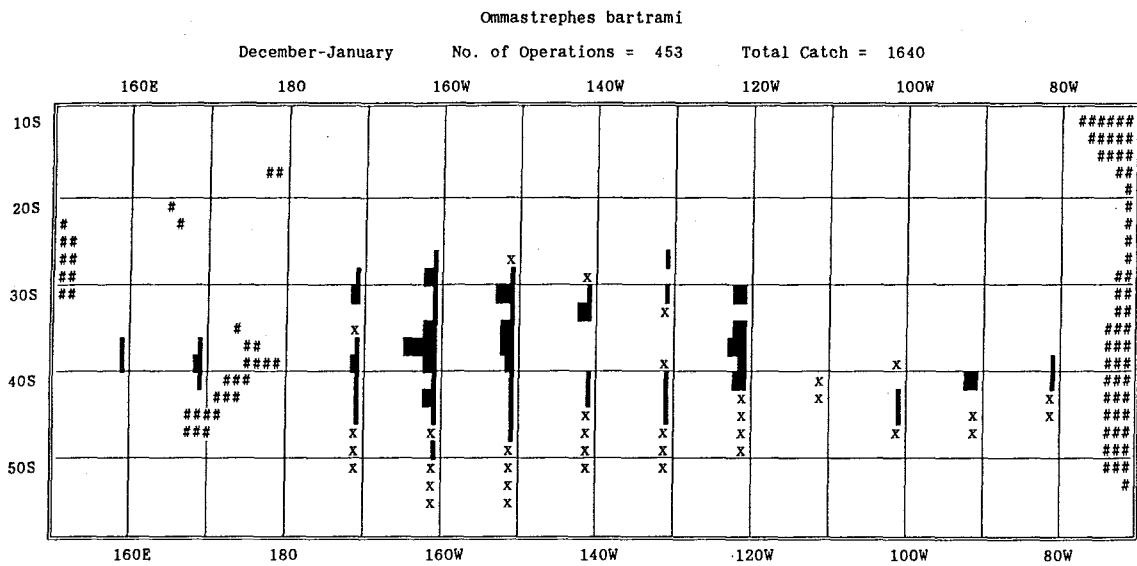


図2-18. つづき

Fig. 2-18. Continued.

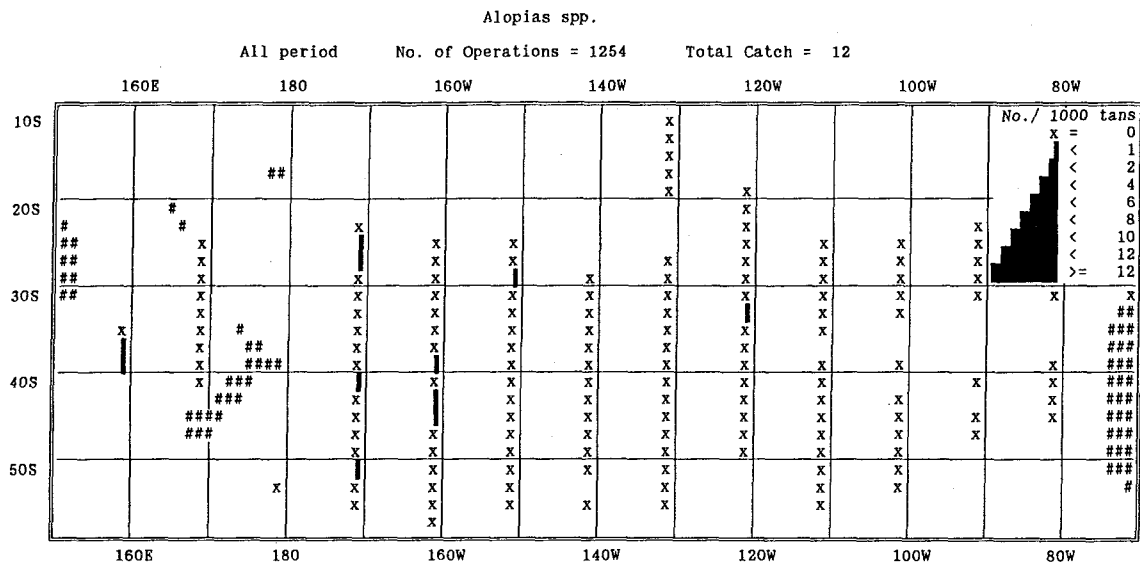


図 2-19. オナガザメ属 *Alopias* spp. のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-19. Distribution of CPUE of *Alopias* spp. by 2x10 degree block.

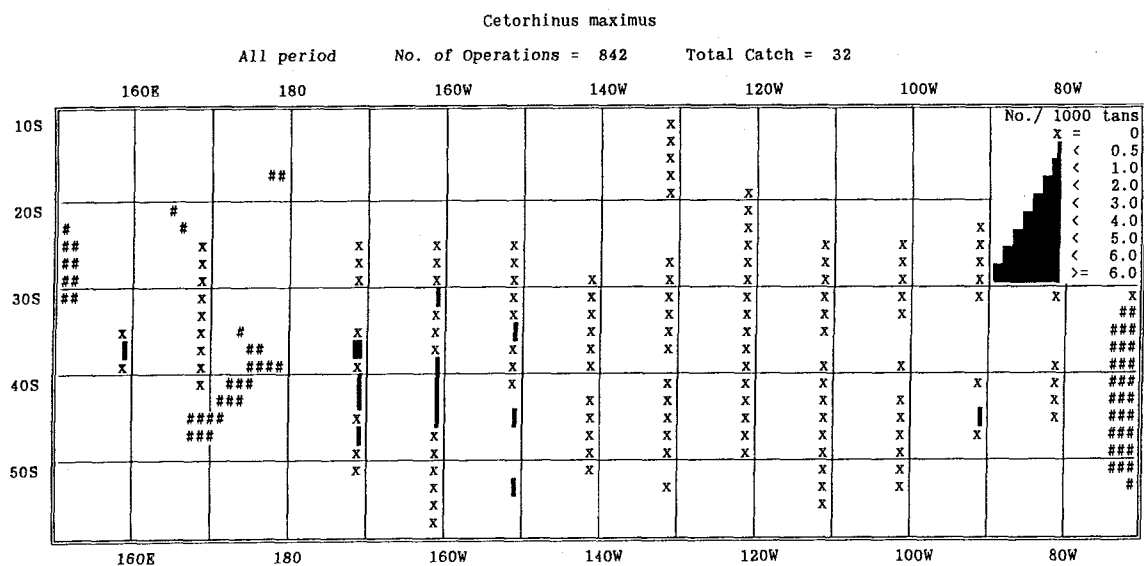


図 2-20. ウバザメ *Cetorhinus maximus* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-20. Distribution of CPUE of *Cetorhinus maximus* by 2x10 degree block.

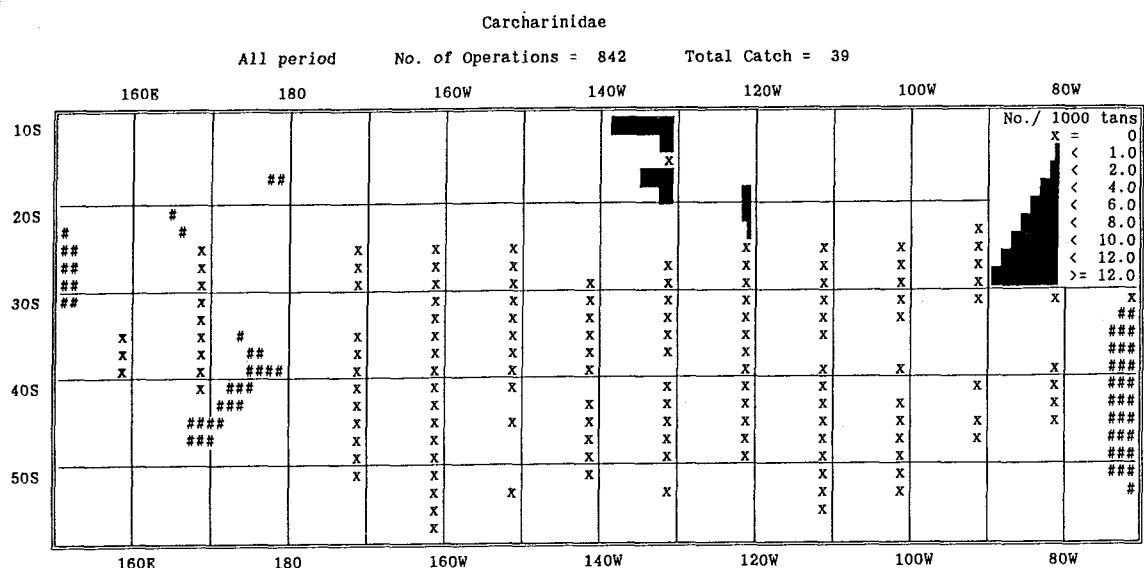


図 2-21. メジロザメ科 *Carcharinidae* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-21. Distribution of CPUE of the *Carcharinidae* by 2x10 degree block.

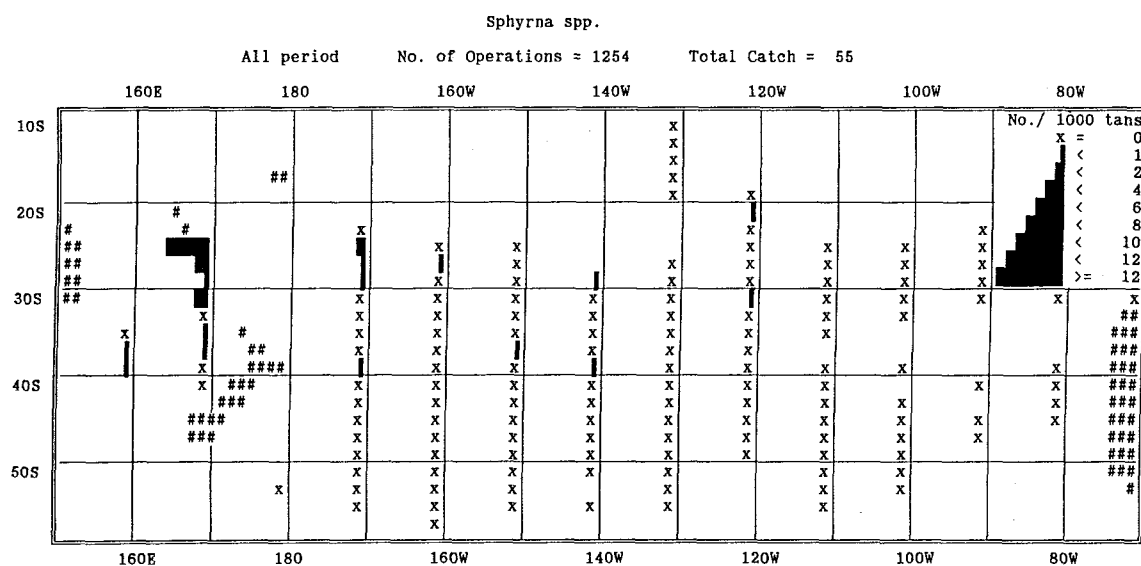


図 2-22. ショモクザメ属 *Sphyrna* spp. のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-22. Distribution of CPUE of *Sphyrna* spp. by 2x10 degree block.

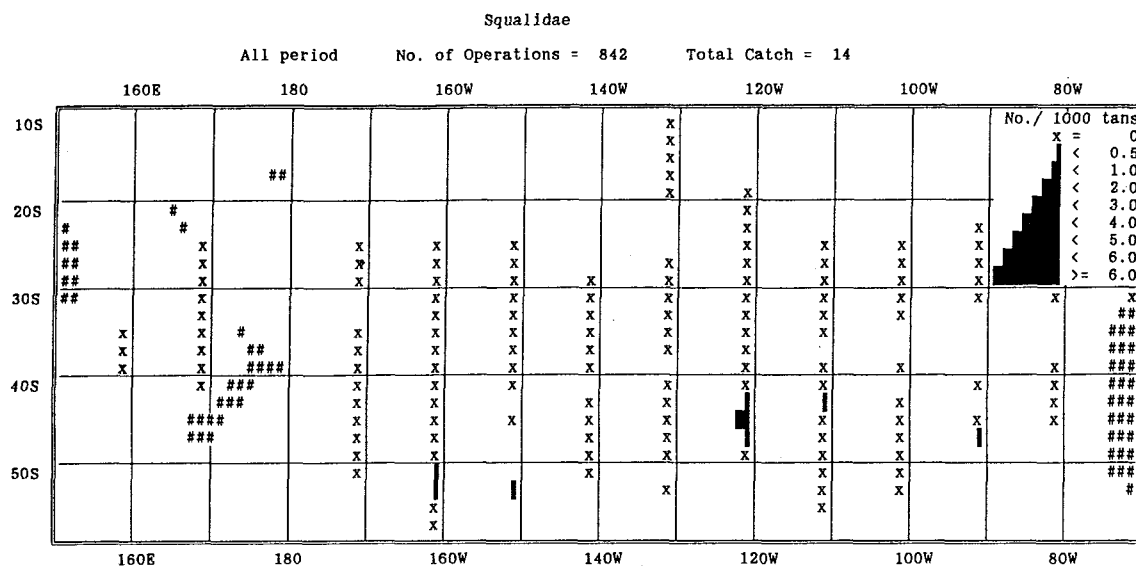


図 2-23. ツノザメ科 *Squalidae* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-23. Distribution of CPUE of the *Squalidae* by 2x10 degree block.

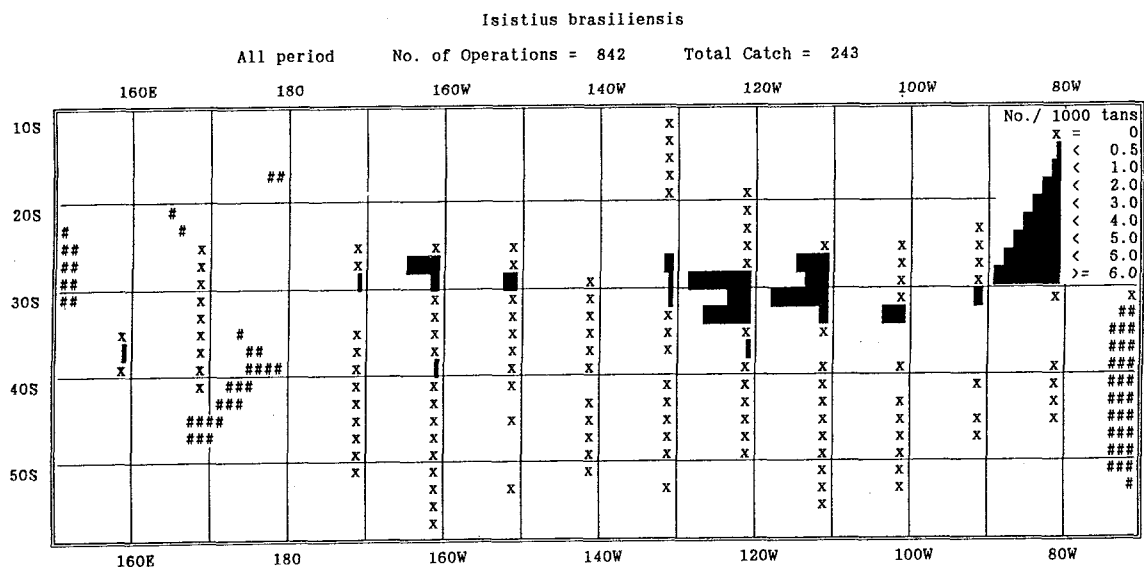


図 2-24. ダルマザメ *Isistius brasiliensis* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-24. Distribution of CPUE of *Isistius brasiliensis* by 2x10 degree block.

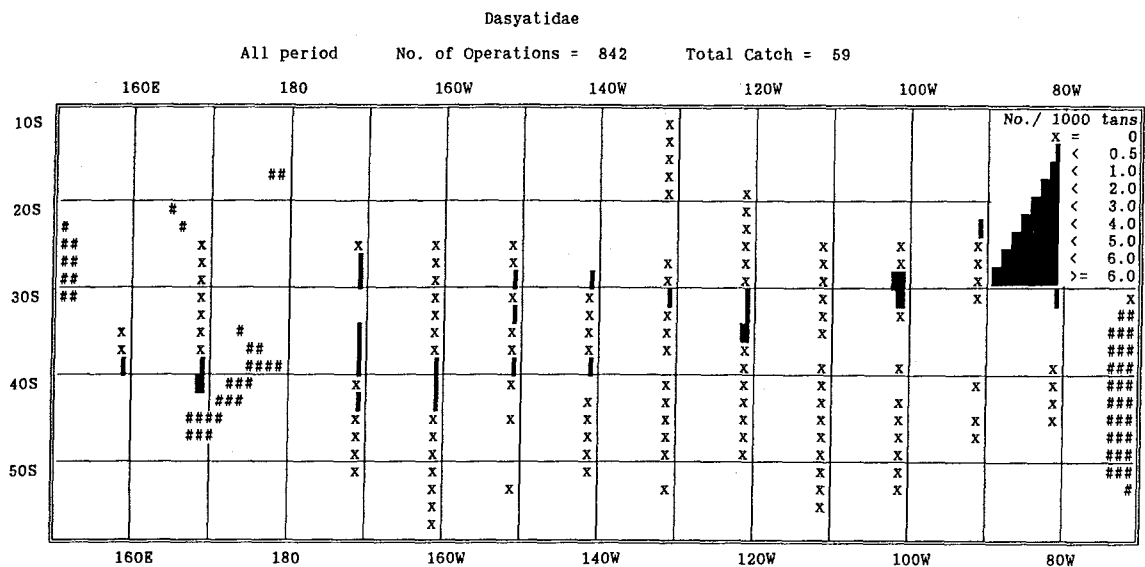


図 2-25. アカエイ科 Dasyatidae のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-25. Distribution of CPUE of the Dasyatidae by 2x10 degree block.

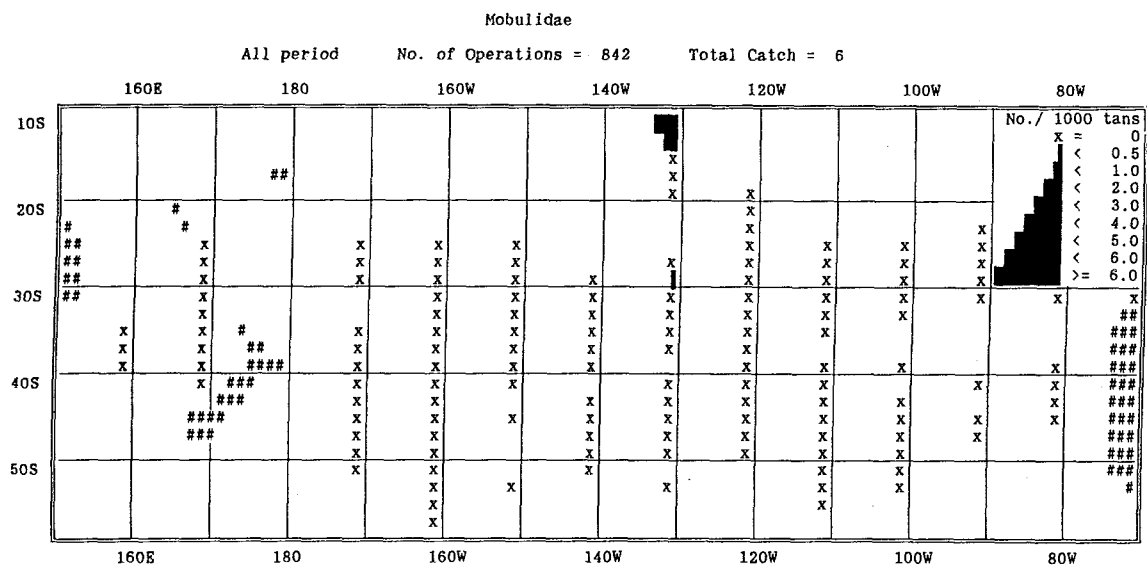


図 2-26. イトマキエイ科 Mobulidae のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-26. Distribution of CPUE of the Mobulidae by 2x10 degree block.

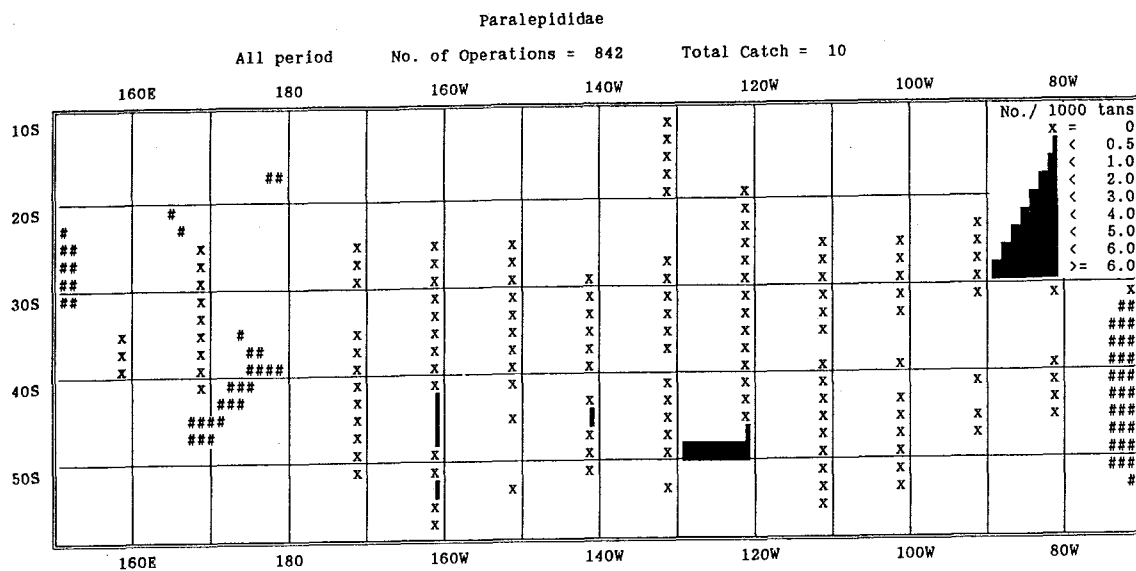


図2-27. ハダカエソ科 *Paralepididae* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-27. Distribution of CPUE of the *Paralepididae* by 2x10 degree block.

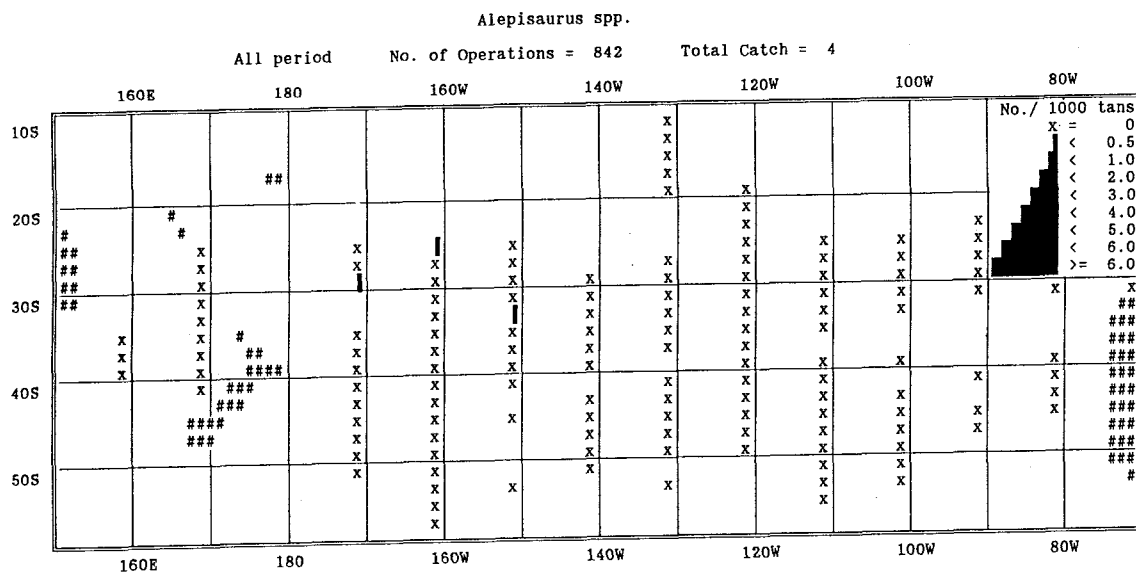


図2-28. ミズウオ属 *Alepisaurus* spp. のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-28. Distribution of CPUE of *Alepisaurus* spp. by 2x10 degree block.

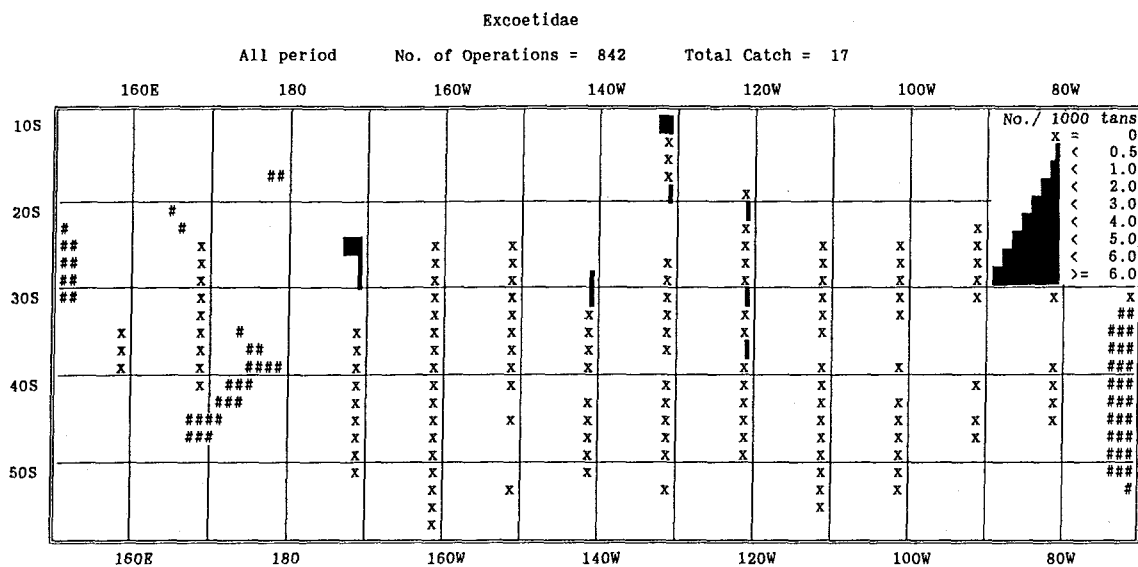


図 2-29. トビウオ科 Excoetidae のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-29. Distribution of CPUE of the Excoetidae by 2x10 degree block.

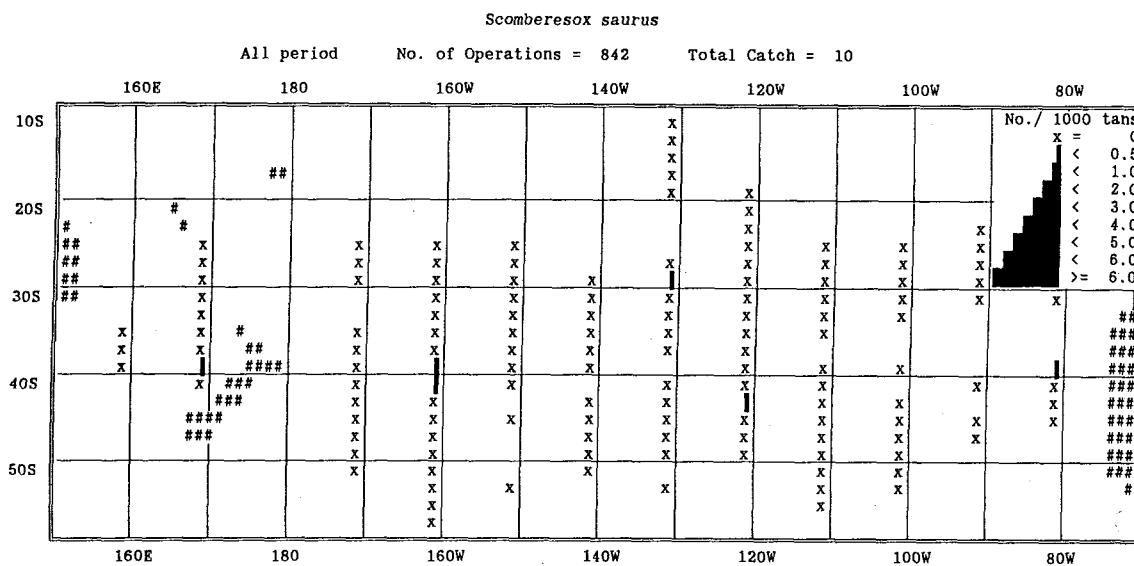


図 2-30. クチナガサンマ Scomberesox saurus のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-30. Distribution of CPUE of Scomberesox saurus by 2x10 degree block.

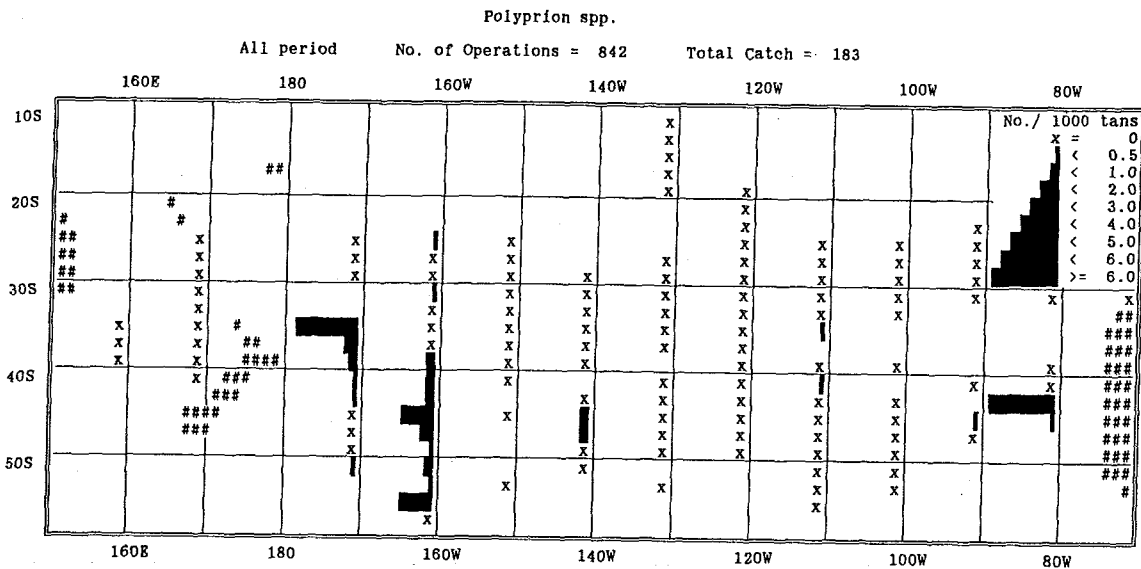


図 2-31. ニュージーランドオオハタ属 *Polyprion* spp. のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-31. Distribution of CPUE of *Polyprion* spp. by 2x10 degree block.

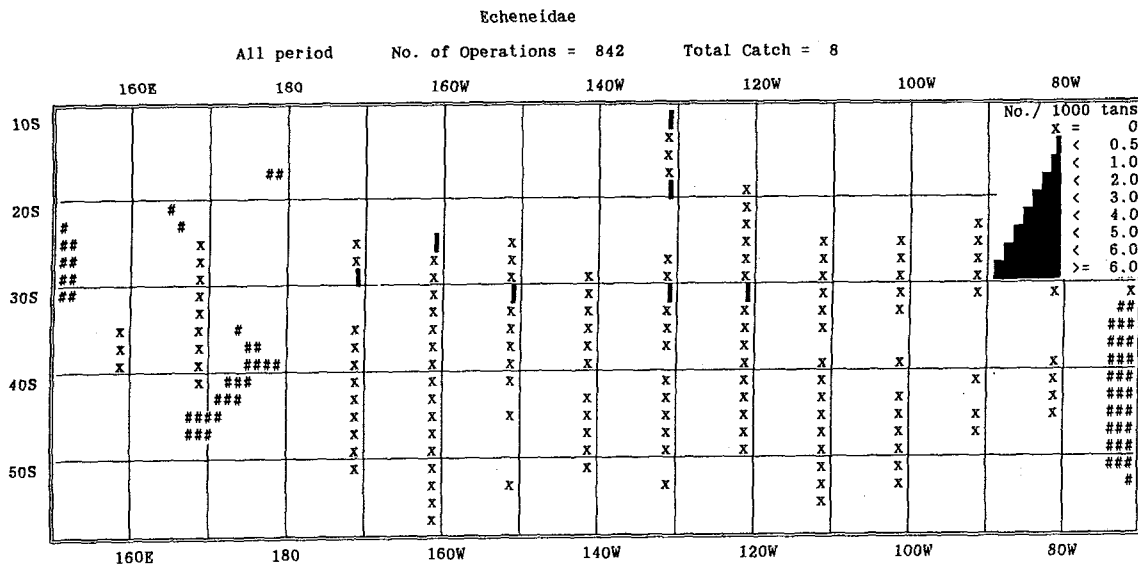


図 2-32. コバンザメ科 Echeneidae のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-32. Distribution of CPUE of the Echeneidae by 2x10 degree block.

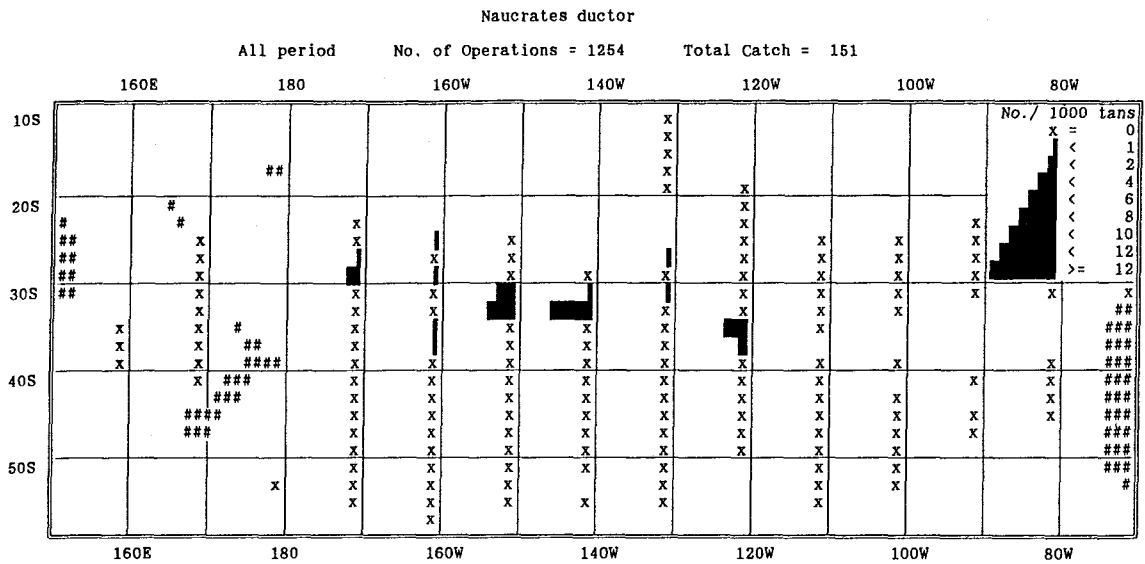


図2-33. プリモドキ *Naucrates ductor* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-33. Distribution of CPUE of *Naucrates ductor* by 2x10 degree block.

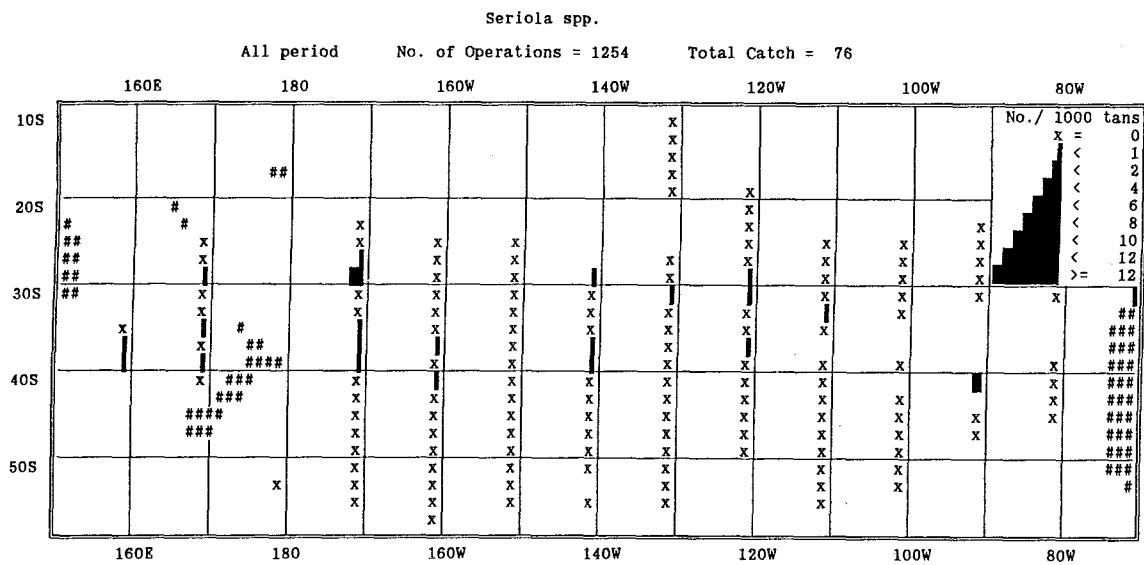


図2-34. プリ属 *Seriola spp.* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-34. Distribution of CPUE of *Seriola spp.* by 2x10 degree block.

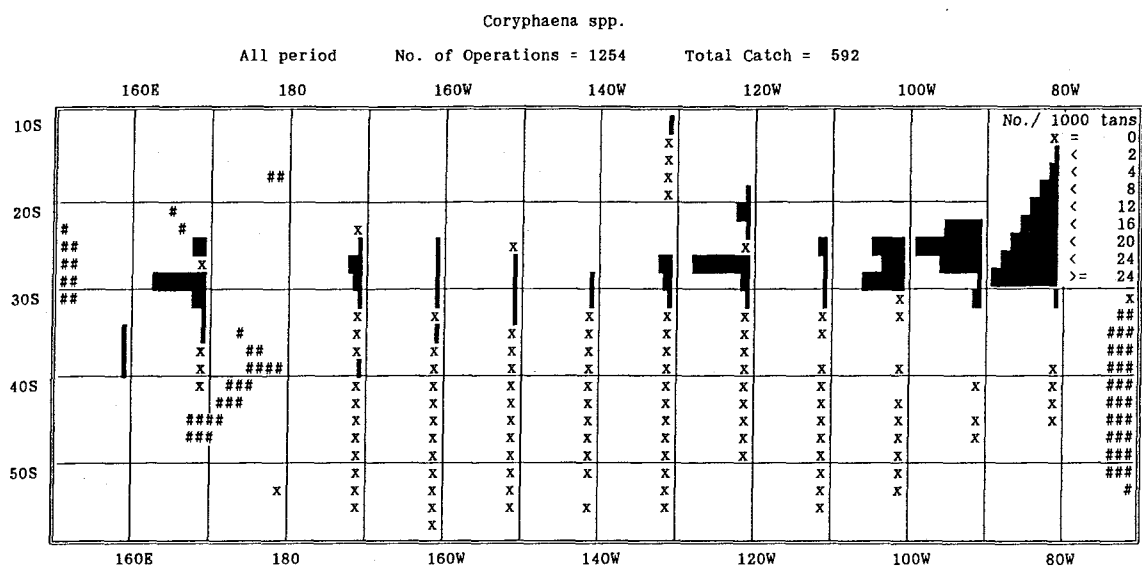


図 2-35. シイラ属 *Coryphaena* spp. のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-35. Distribution of CPUE of *Coryphaena* spp. by 2x10 degree block.

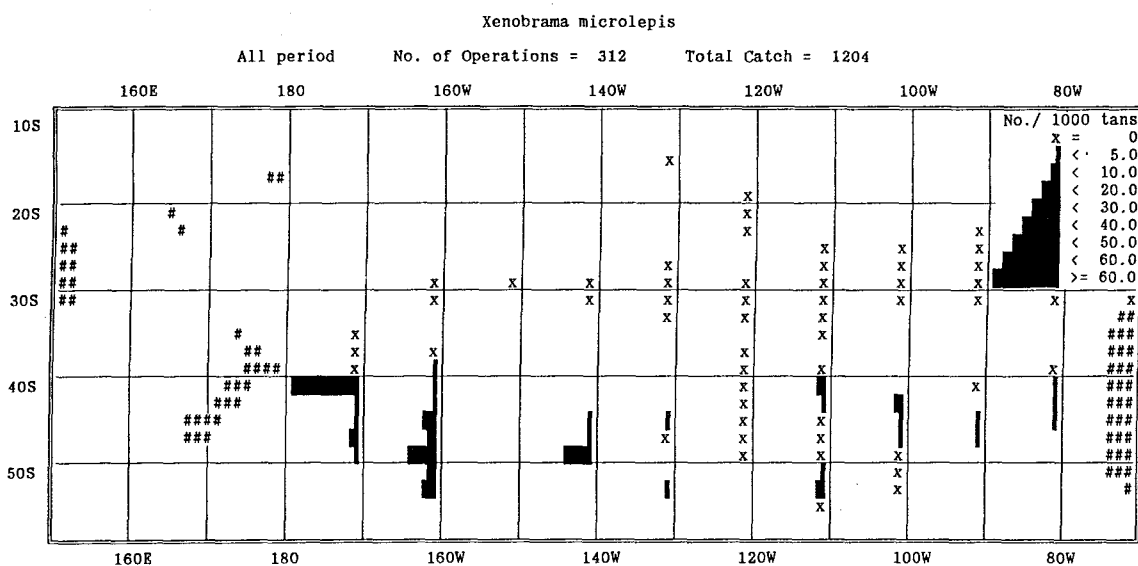


図 2-36. オニシマガツオ *Xenobrama microlepis* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-36. Distribution of CPUE of *Xenobrama microlepis* by 2x10 degree block.

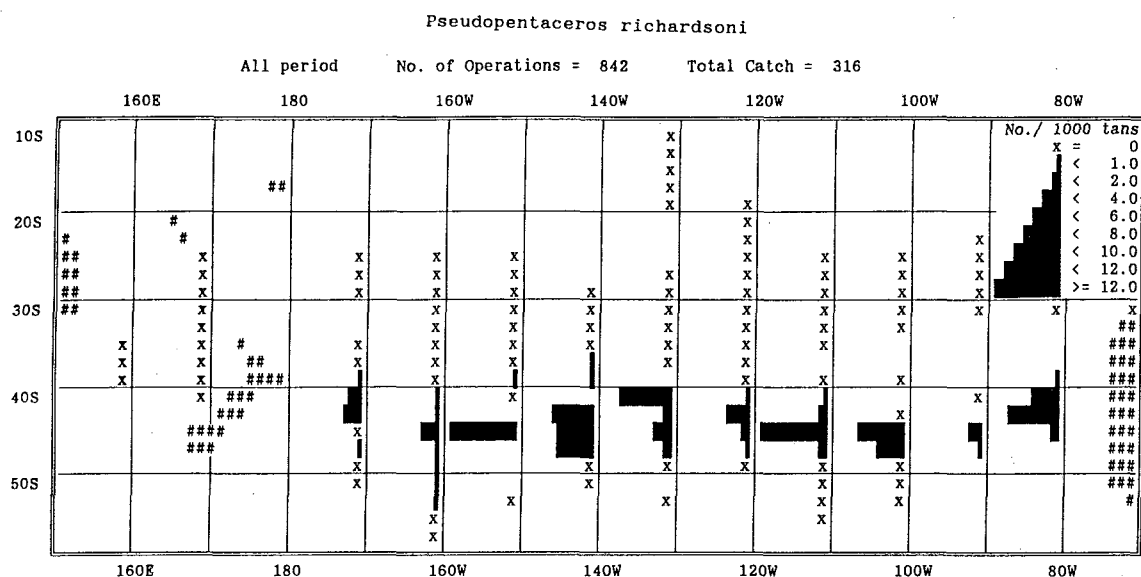


図 2-37. クサカリツボダイの1種 *Pseudopentaceros richardsoni* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-37. Distribution of CPUE of *Pseudopentaceros richardsoni* by 2x10 degree block.

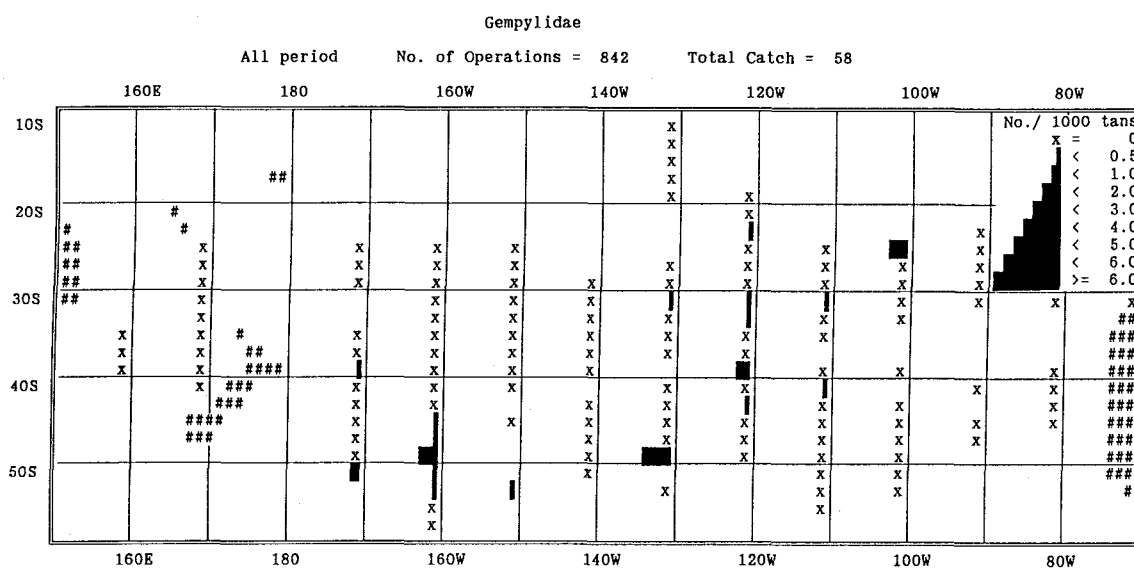


図 2-38. クロタチカマス科 Gempylidae のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-38. Distribution of CPUE of the Gempylidae by 2x10 degree block.

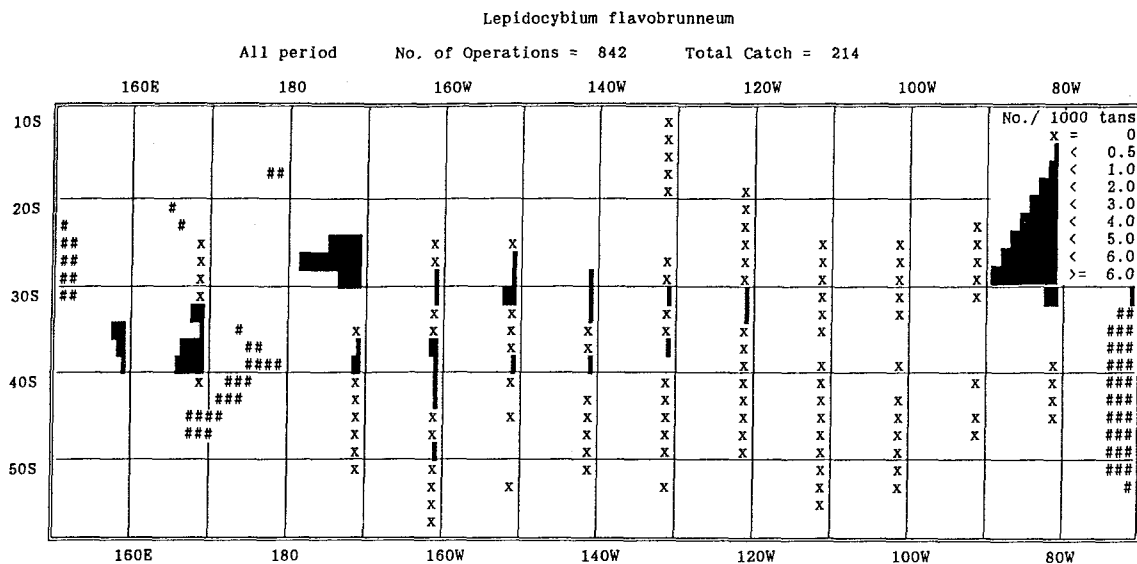


図 2-39. アブラソコムツ *Lepidocybium flavobrunneum* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-39. Distribution of CPUE of *Lepidocybium flavobrunneum* by 2x10 degree block.

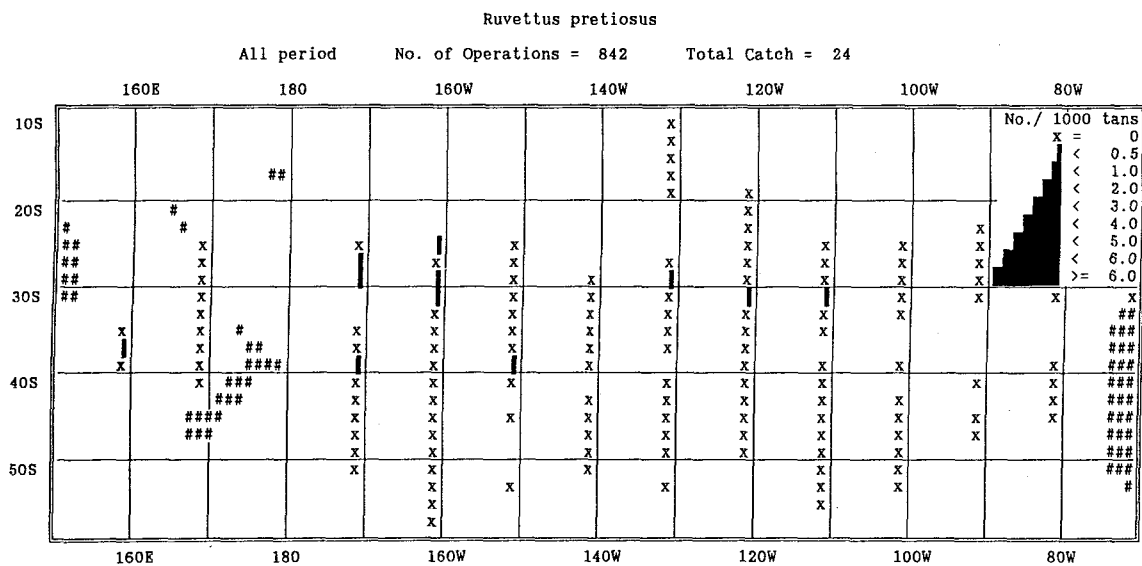


図 2-40. バラムツ *Ruvettus pretiosus* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-40. Distribution of CPUE of *Ruvettus pretiosus* by 2x10 degree block.

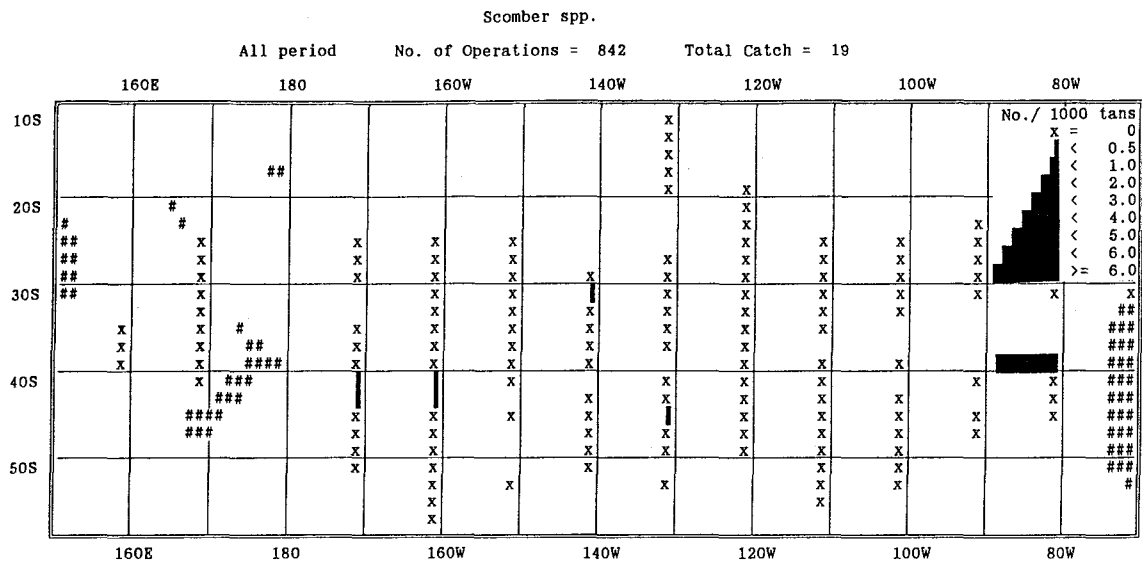


図 2-41. サバ属 *Scomber* spp. のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-41. Distribution of CPUE of *Scomber* spp. by 2x10 degree block.

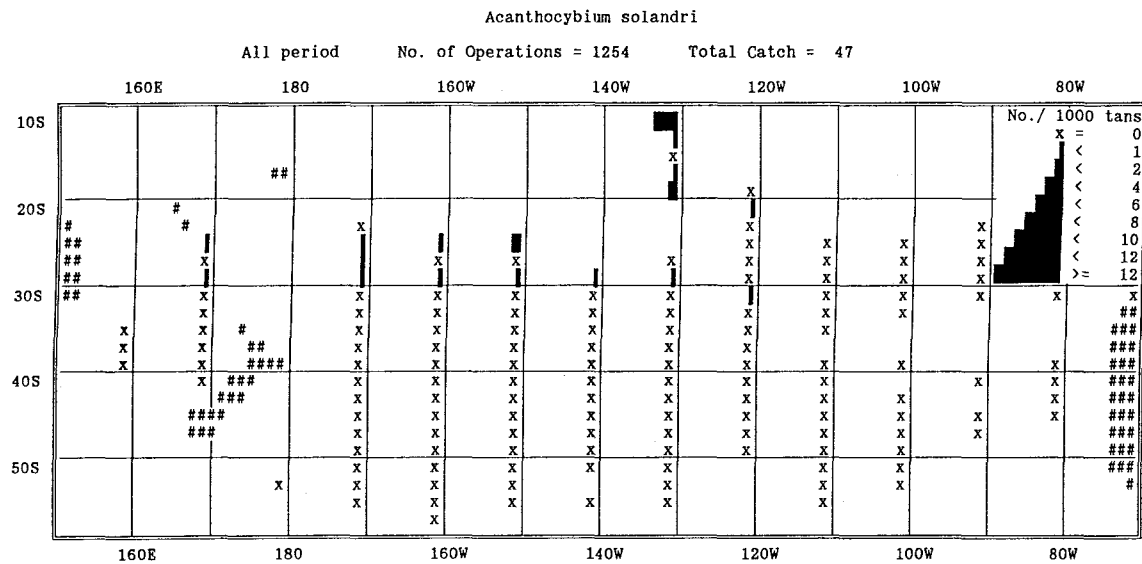


図 2-42. カマスサワラ *Acanthocybium solandri* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-42. Distribution of CPUE of *Acanthocybium solandri* by 2x10 degree block.

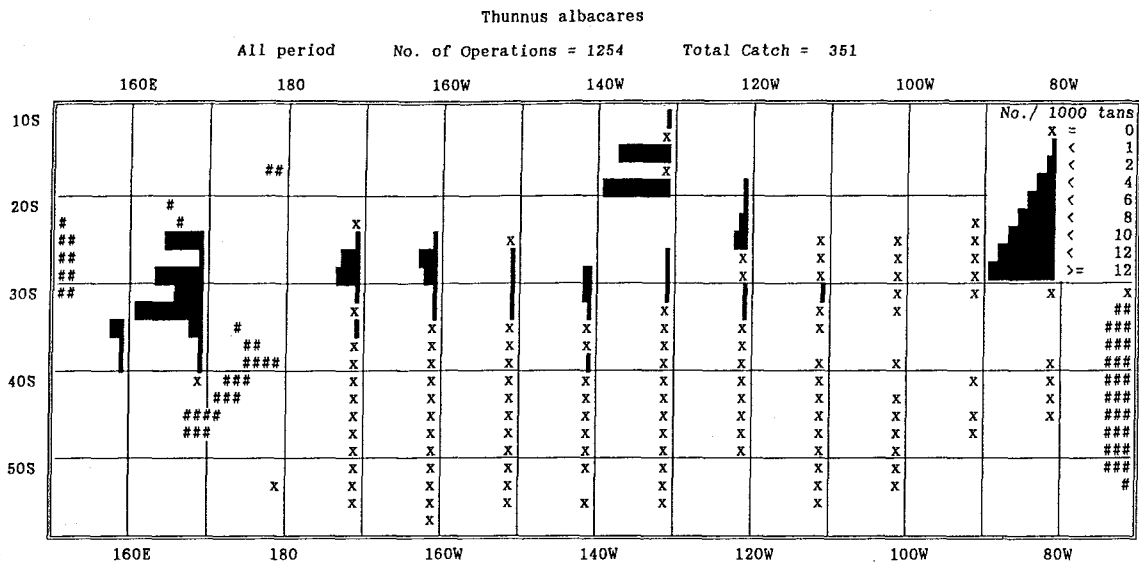


図2-43. キハダ *Thunnus albacares* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-43. Distribution of CPUE of *Thunnus albacares* by 2x10 degree block.

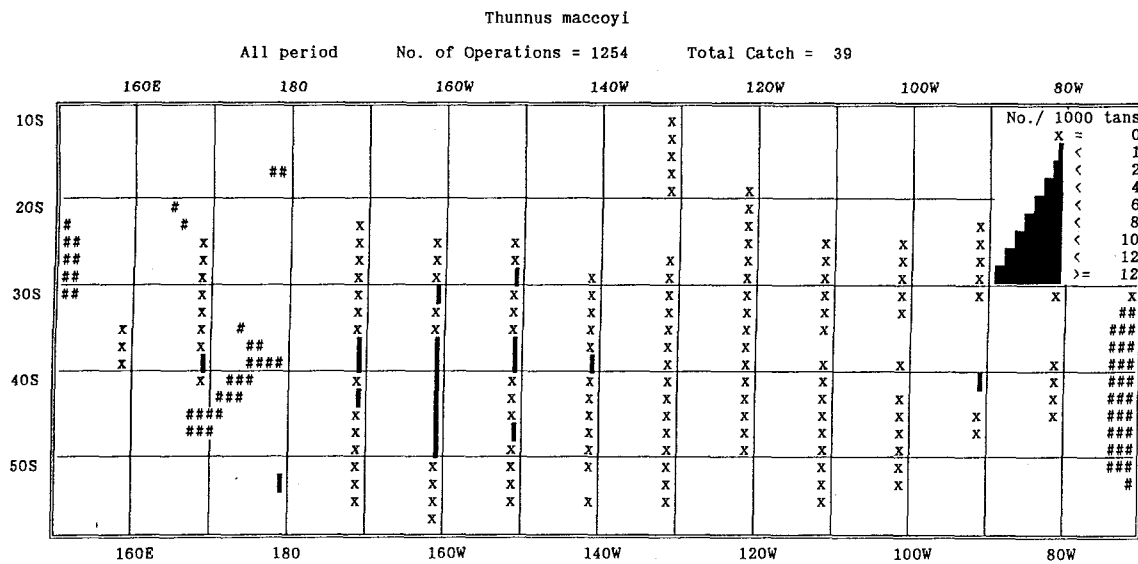


図2-44. ミナミマグロ *Thunnus maccoyii* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-44. Distribution of CPUE of *Thunnus maccoyii* by 2x10 degree block.

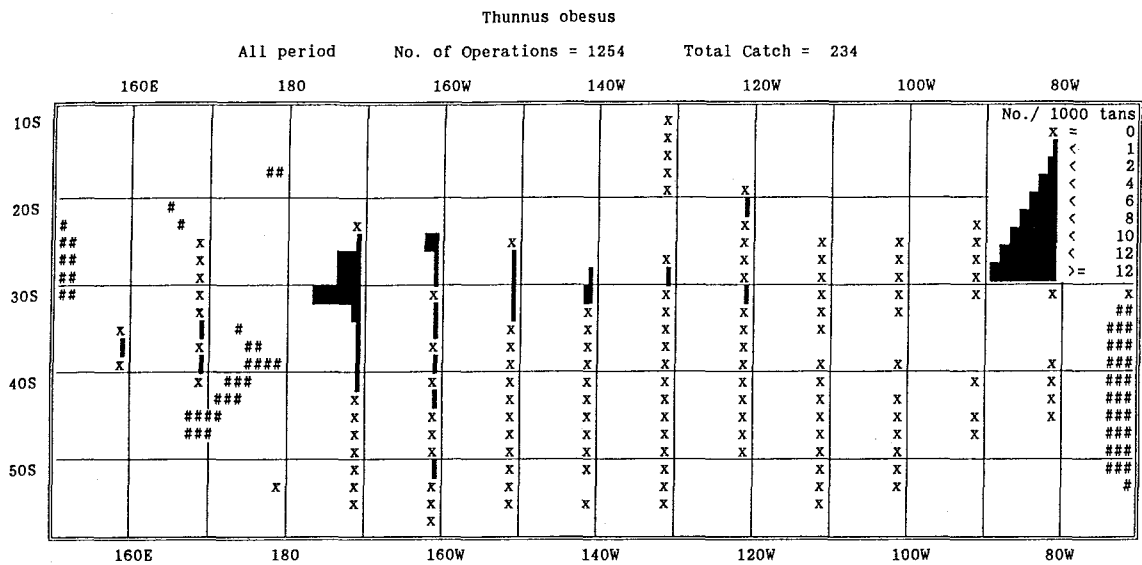


図 2-45. メバチ *Thunnus obesus* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-45. Distribution of CPUE of *Thunnus obesus* by 2x10 degree block.

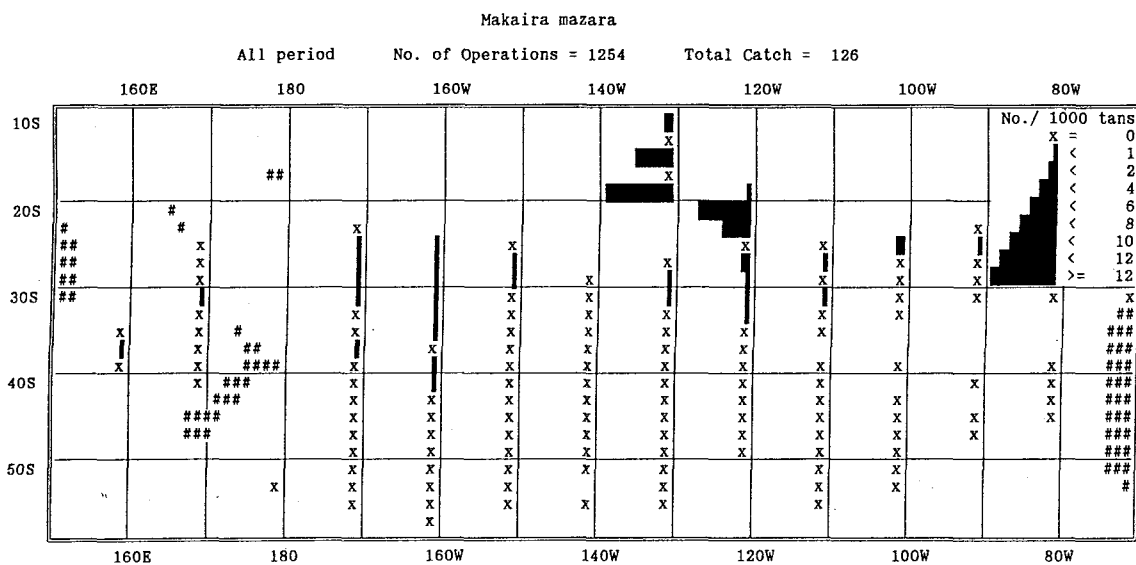


図 2-46. クロカジキ *Makaira mazara* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-46. Distribution of CPUE of *Makaira mazara* by 2x10 degree block.

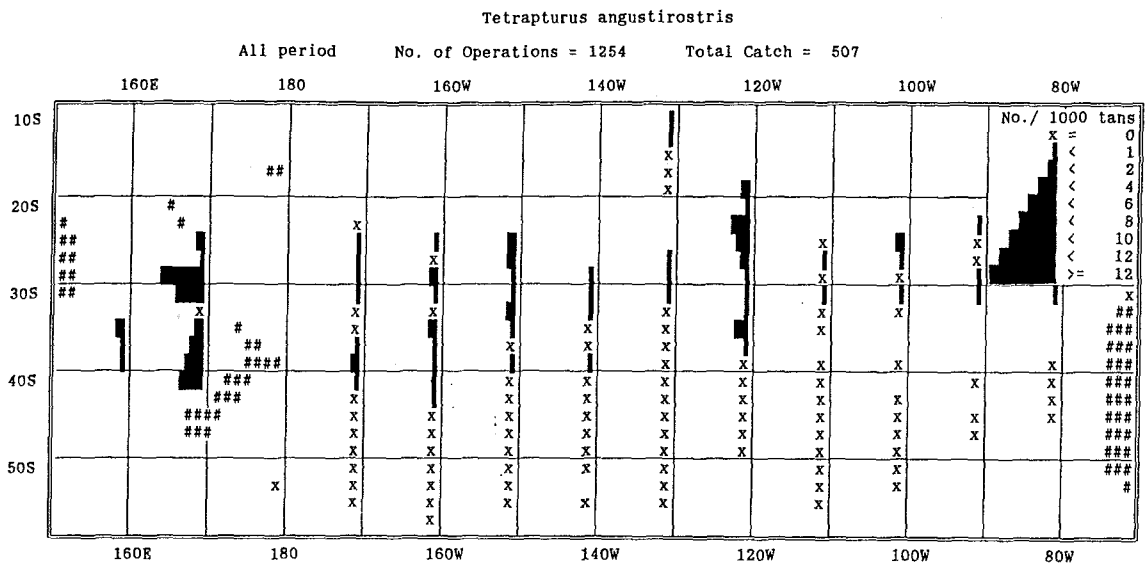


図2-47. フウライカジキ *Tetrapturus angustirostris* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-47. Distribution of CPUE of *Tetrapturus angustirostris* by 2x10 degree block.

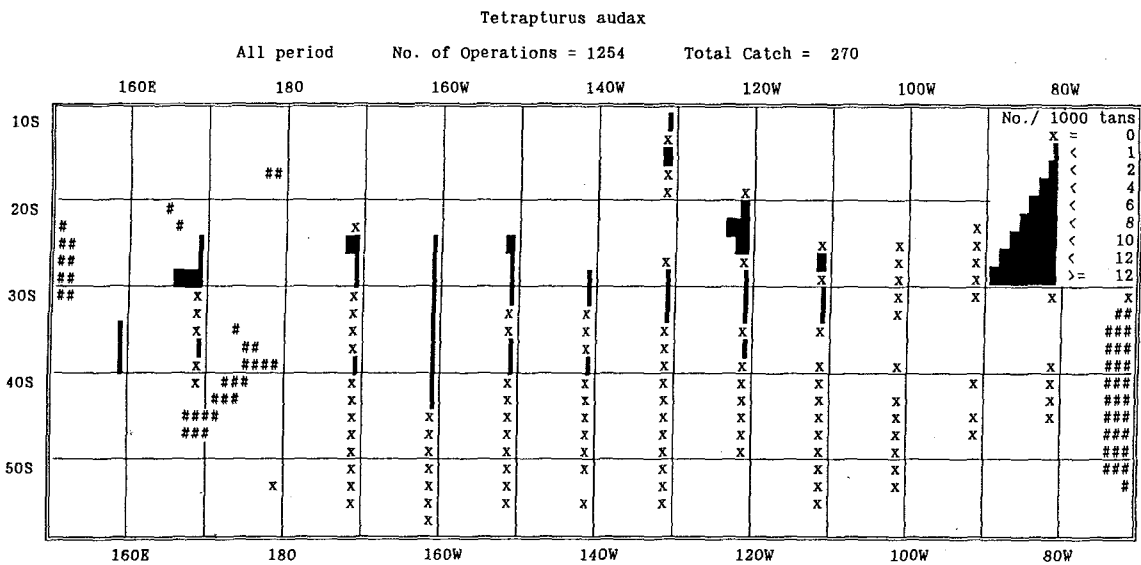


図2-48. マカジキ *Tetrapturus audax* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布

Fig. 2-48. Distribution of CPUE of *Tetrapturus audax* by 2x10 degree block.

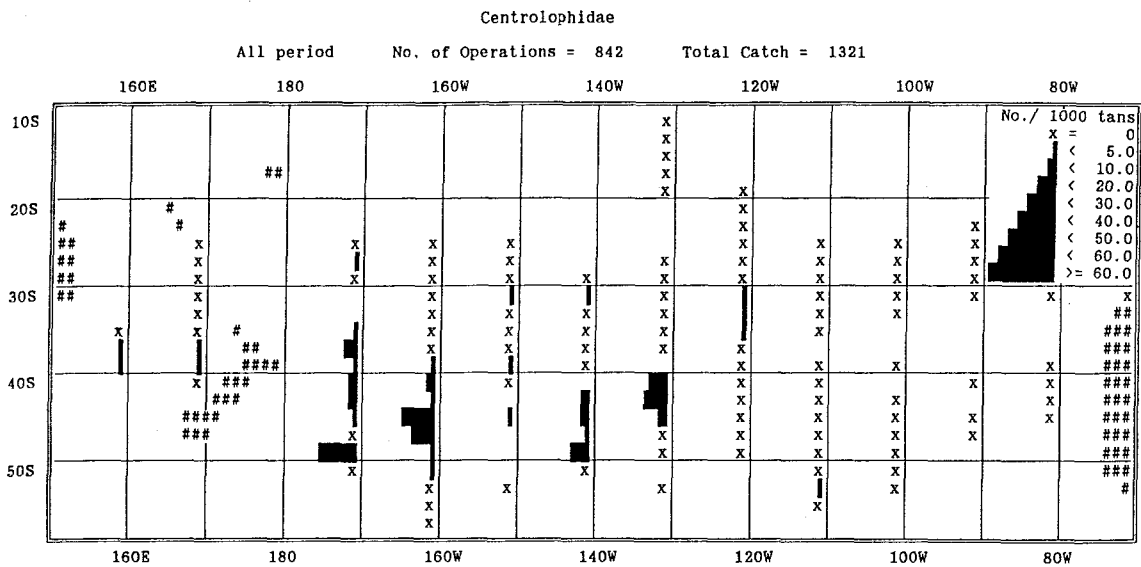


図 2-49. イボダイ科 Centrolophidae のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-49. Distribution of CPUE of the Centrolophidae by 2x10 degree block.

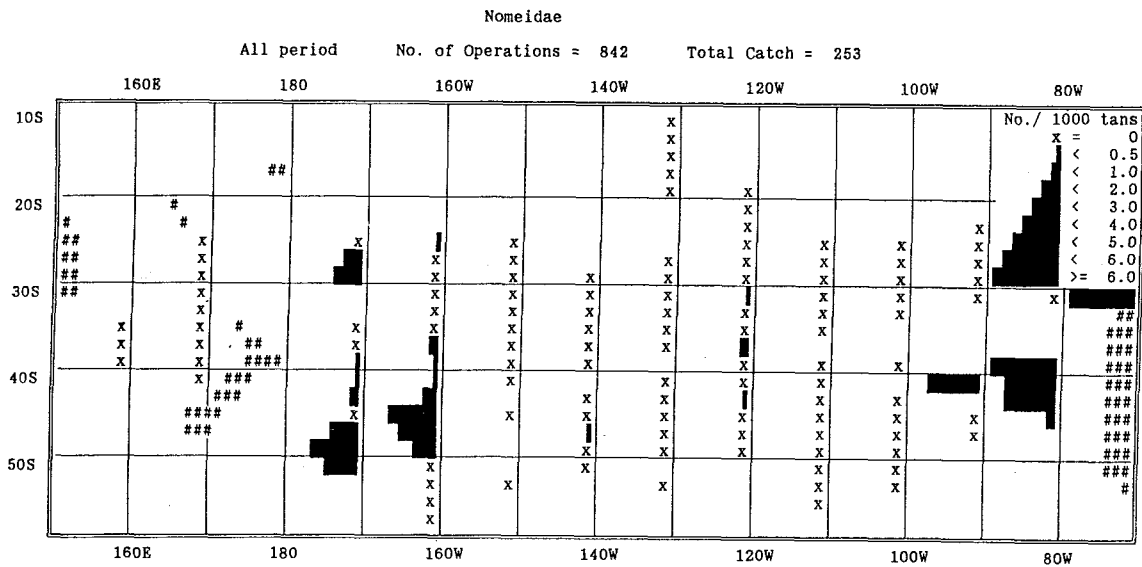


図 2-50. エボシダイ科 Nomeidae のCPUE の緯度2度・経度10度別分布
Fig. 2-50. Distribution of CPUE of the Nomeidae by 2x10 degree block.

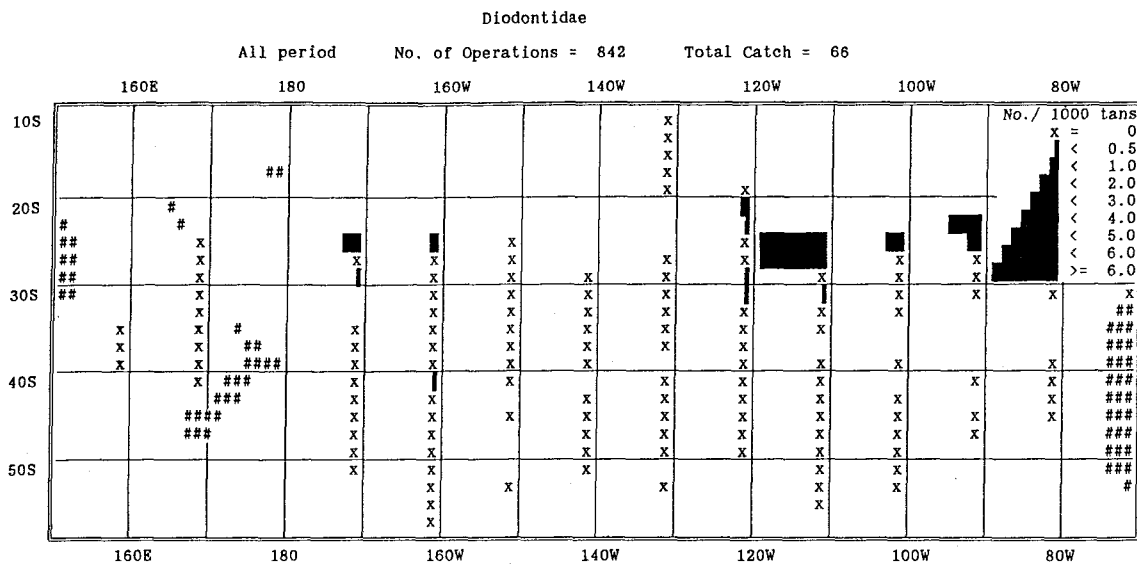


図2-51. ハリセンボン科 *Diodontidae* のCPUEの緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-51. Distribution of CPUE of the *Diodontidae* by 2x10 degree block.

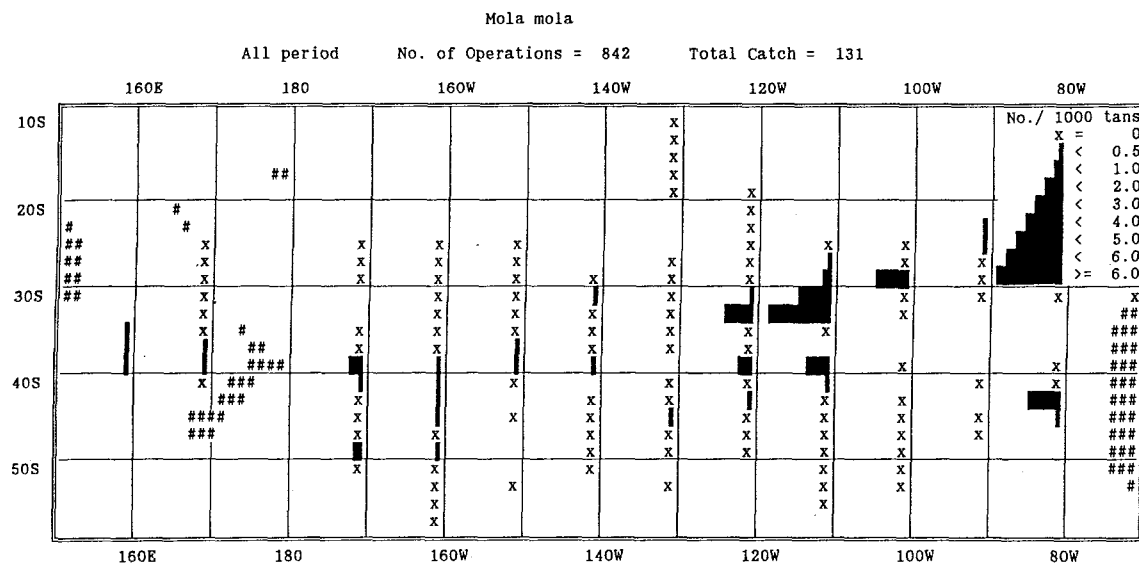


図2-52. マンボウ *Mola mola* のCPUE の緯度2度・経度10度別分布
 Fig. 2-52. Distribution of CPUE of *Mola mola* by 2x10 degree block.

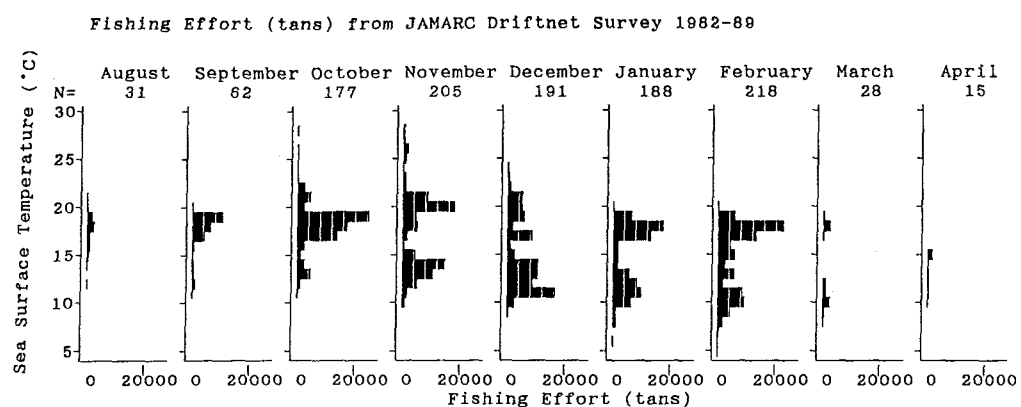


図 2-53. 漁獲努力量の月別表面水温別分布

Fig. 2-53. Distribution of fishing effort by sea surface temperature and by month. N: number of operations.

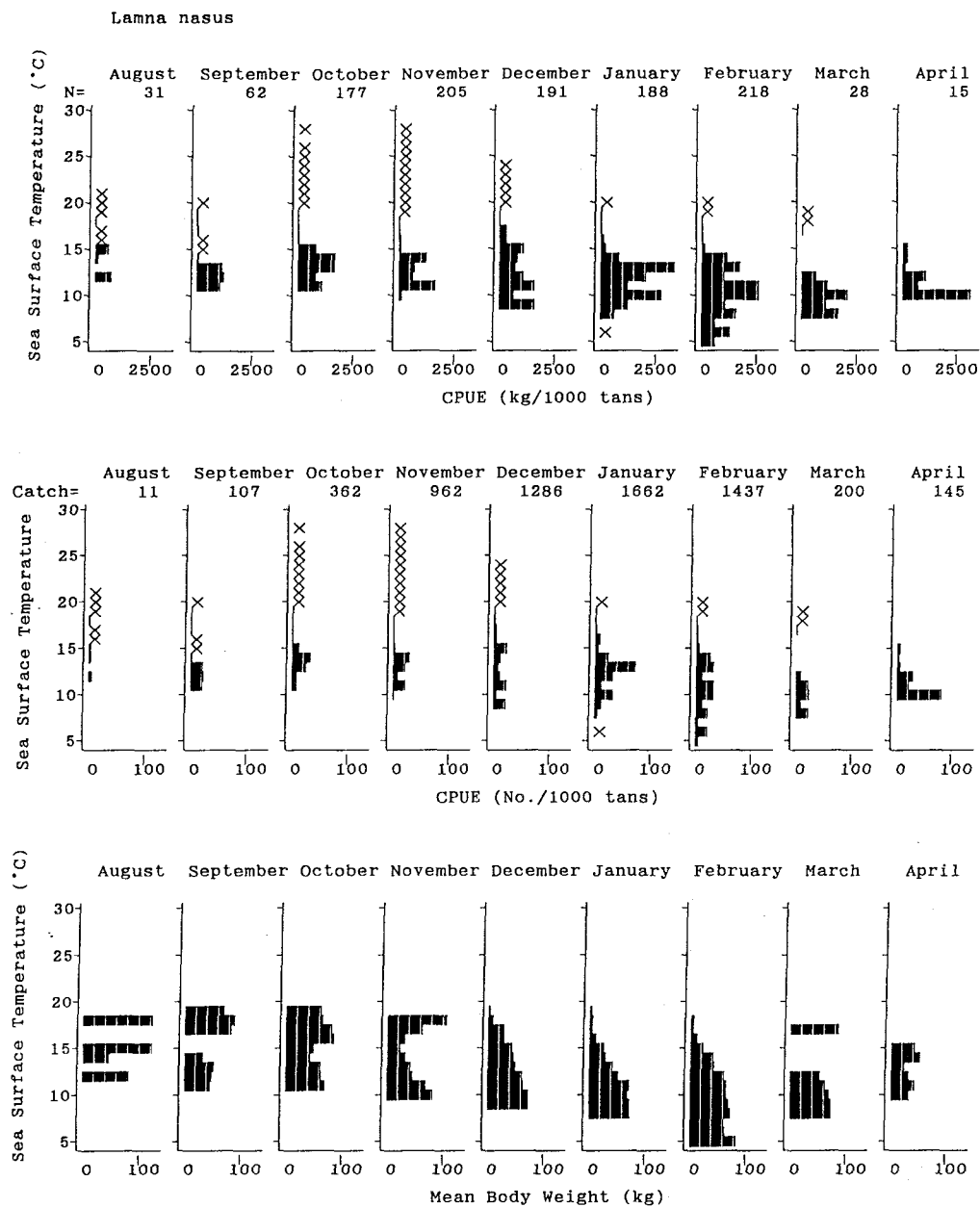


図2-54. ニシネズミザメ *Lamna nasus* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布

Fig. 2-54. Distribution of CPUE of *Lamna nasus* by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

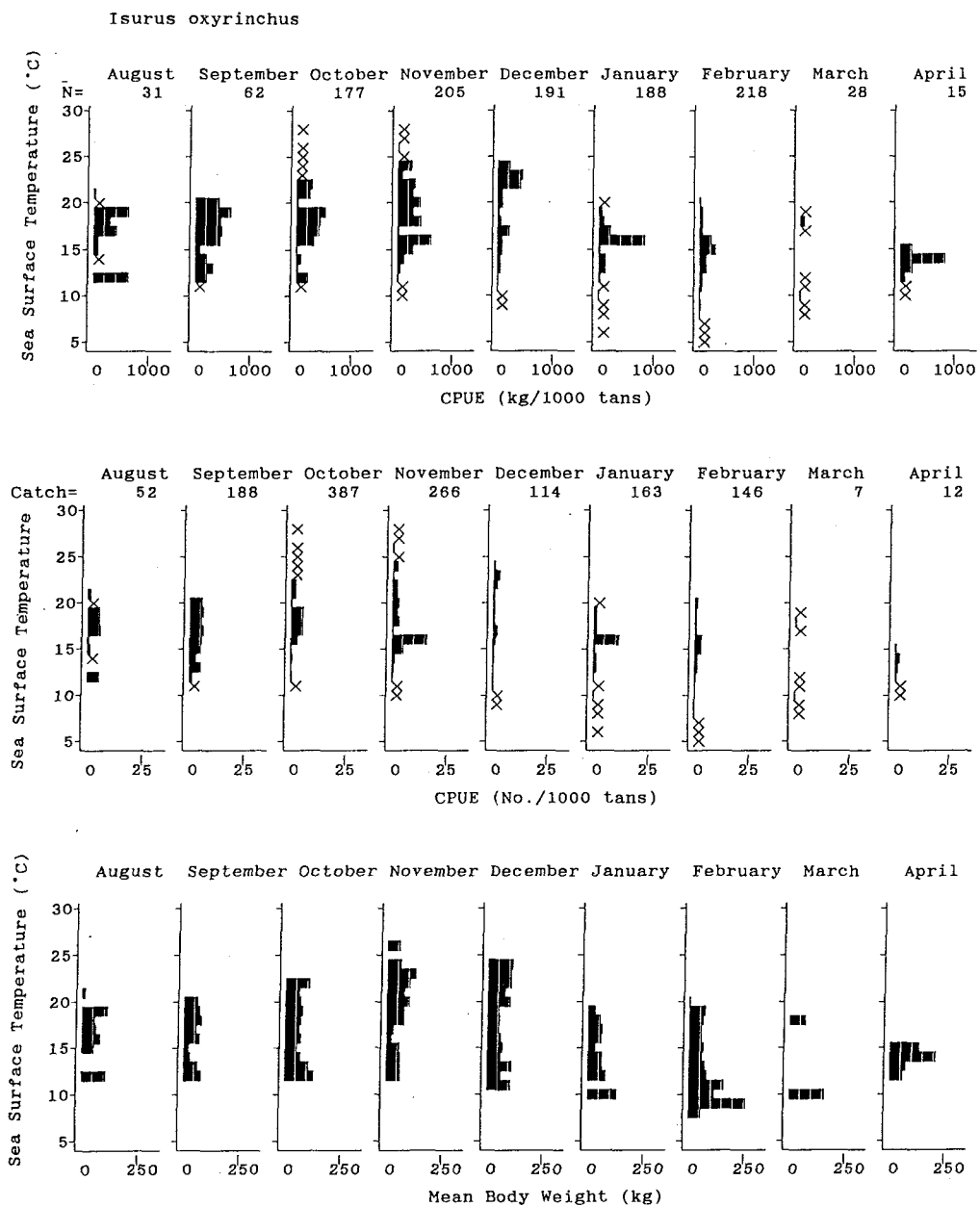


図2-55. アオザメ *Isurus oxyrinchus* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布
 Fig. 2-55. Distribution of CPUE of *Isurus oxyrinchus* by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

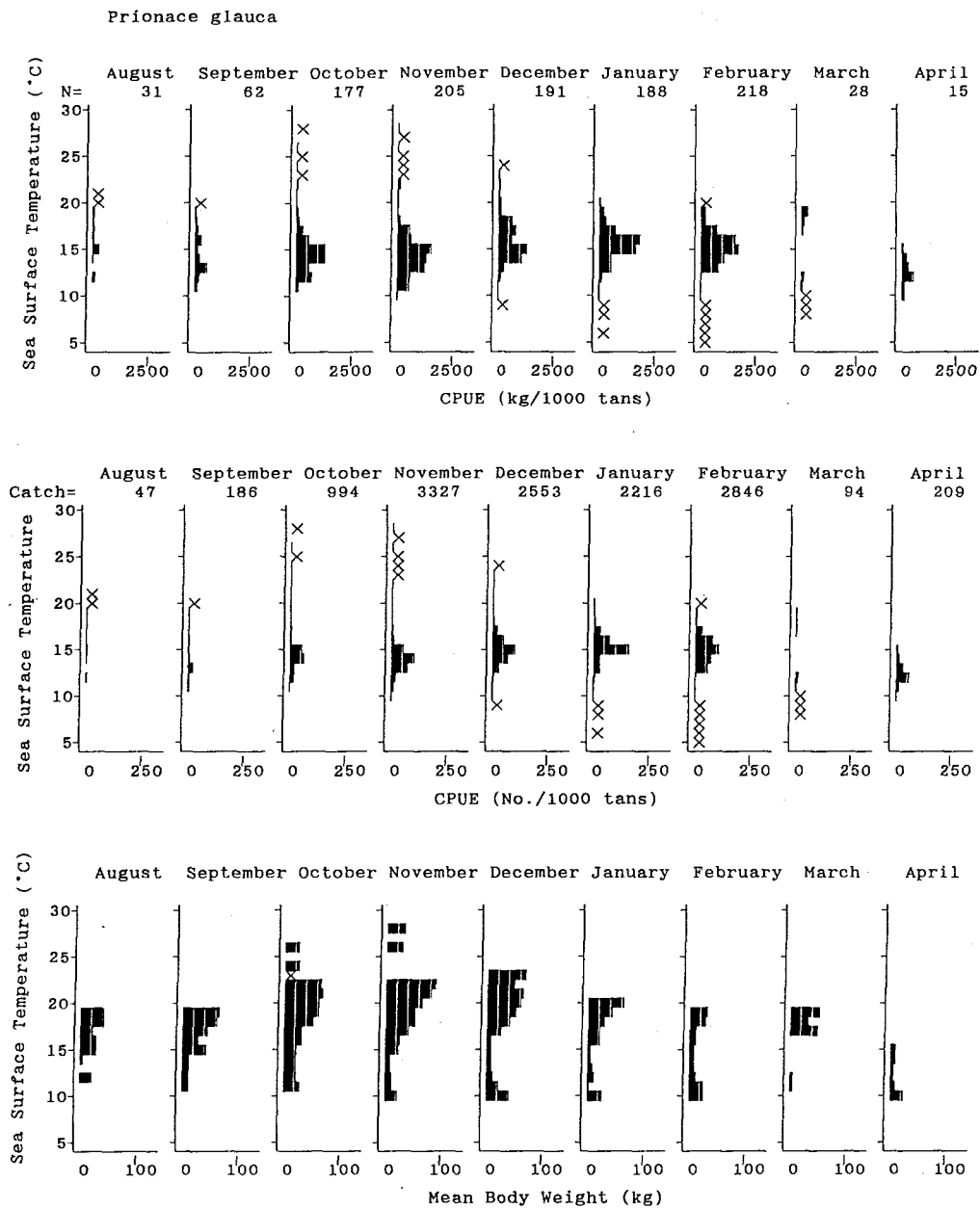


図2-56. ヨシキリザメ *Prionace glauca* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布
 Fig. 2-56. Distribution of CPUE of *Prionace glauca* by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

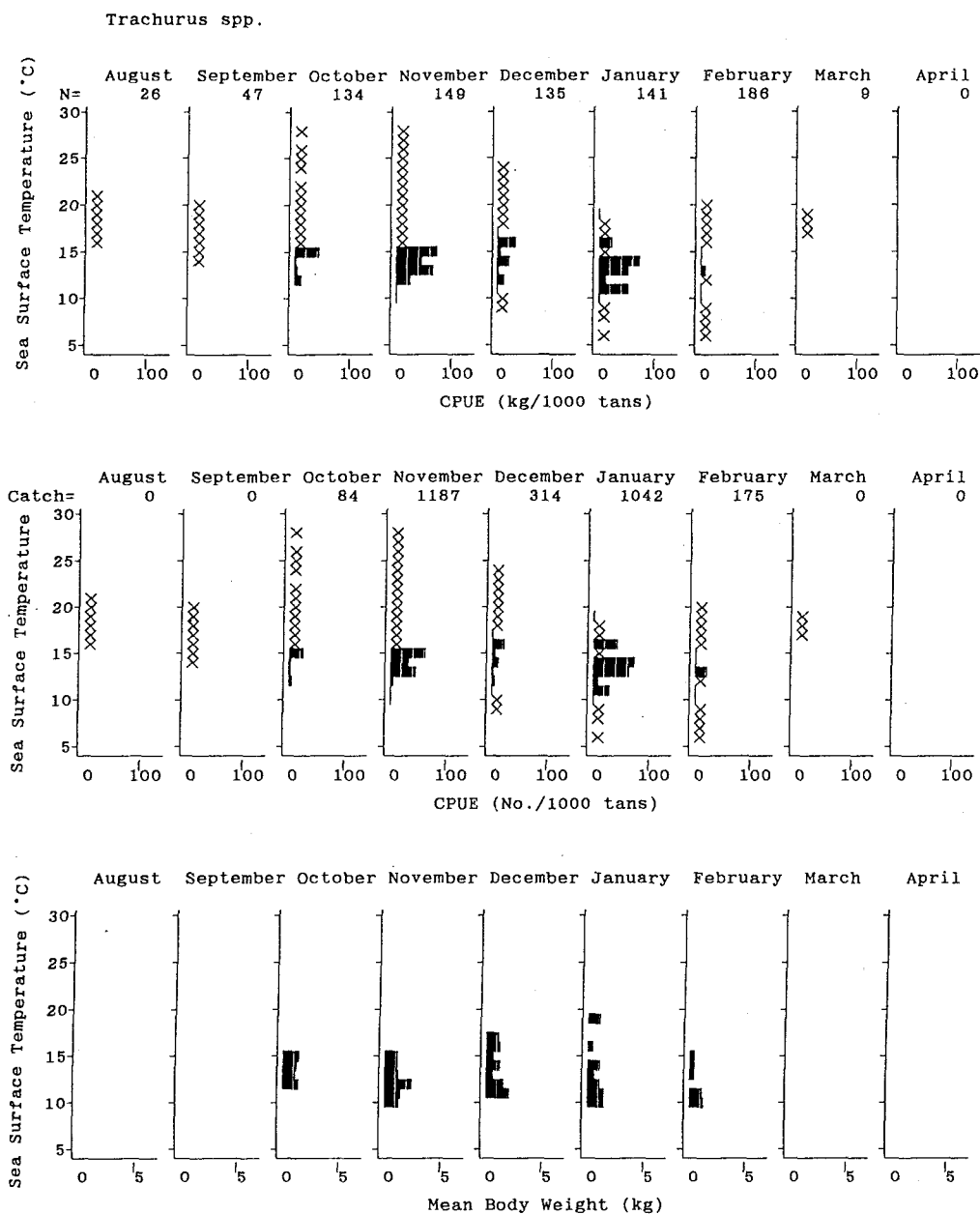


図2-57. マアジ属 *Tarchurus* spp. のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布

Fig. 2-57. Distribution of CPUE of *Tarchurus* spp. by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

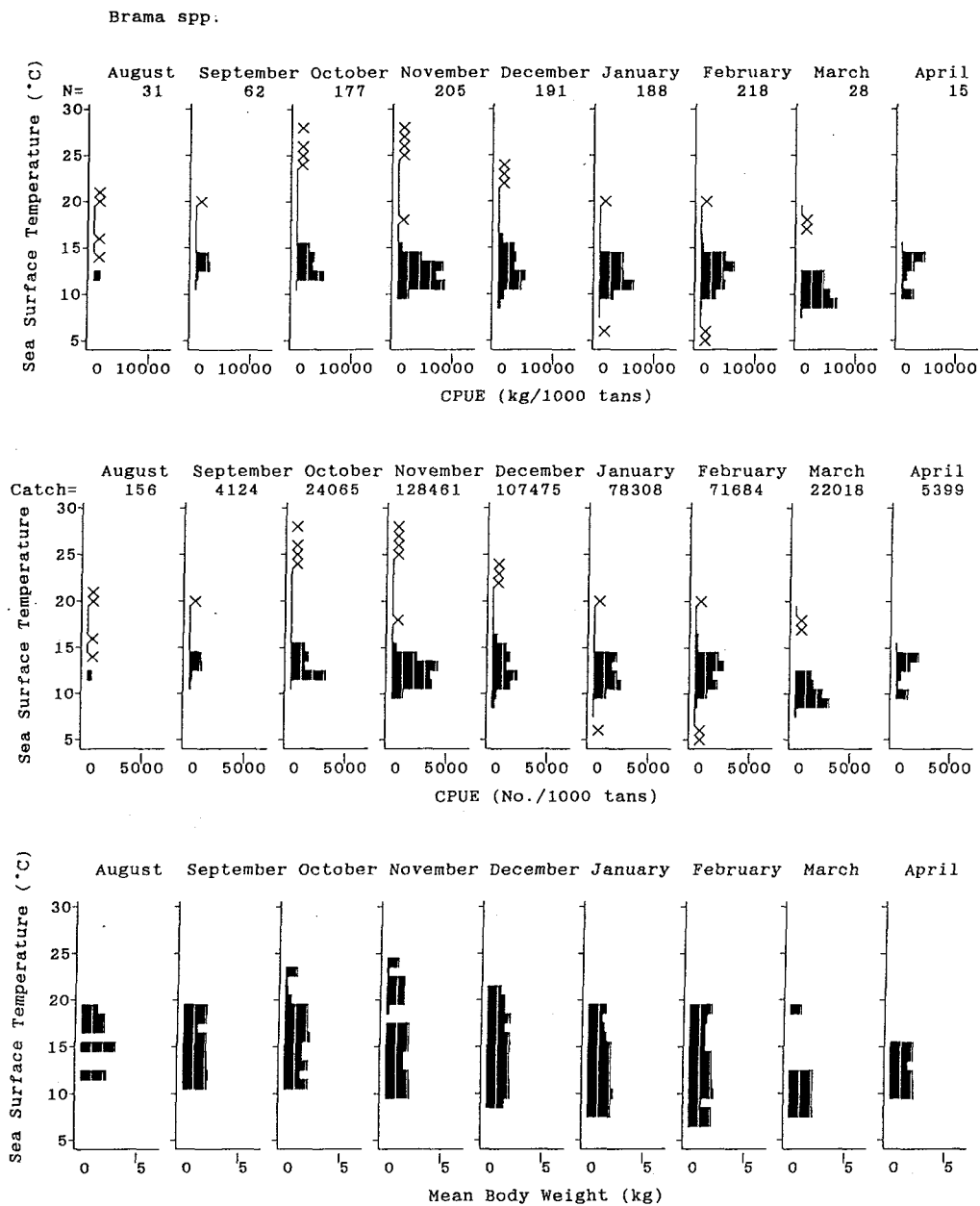


図2-58. ニシマガツオ *Brama* spp. のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布

Fig. 2-58. Distribution of CPUE of *Brama* spp. by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

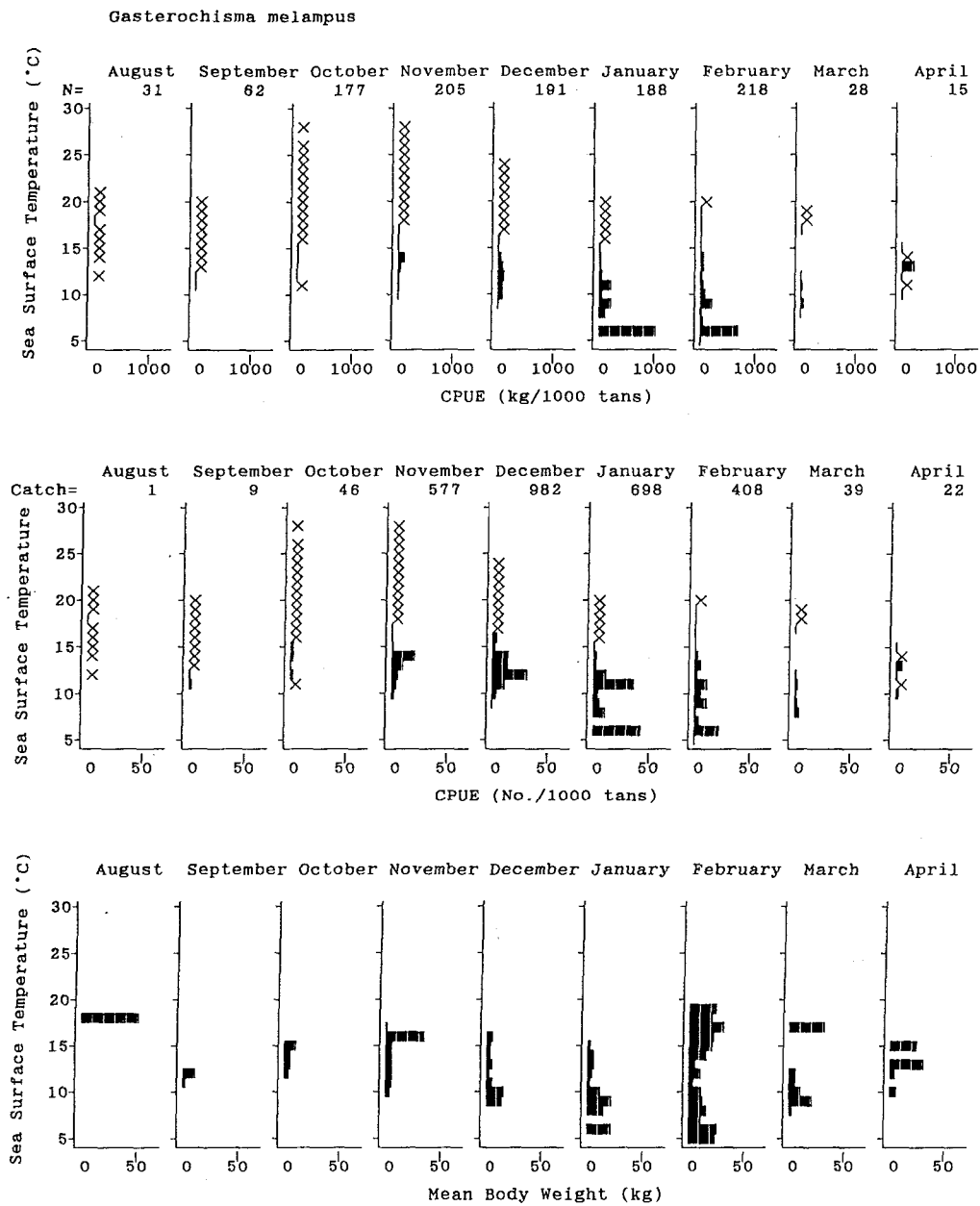


図2-59. ガストロ *Gasterochisma melampus* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布
 Fig. 2-59. Distribution of CPUE of *Gasterochisma melampus* by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

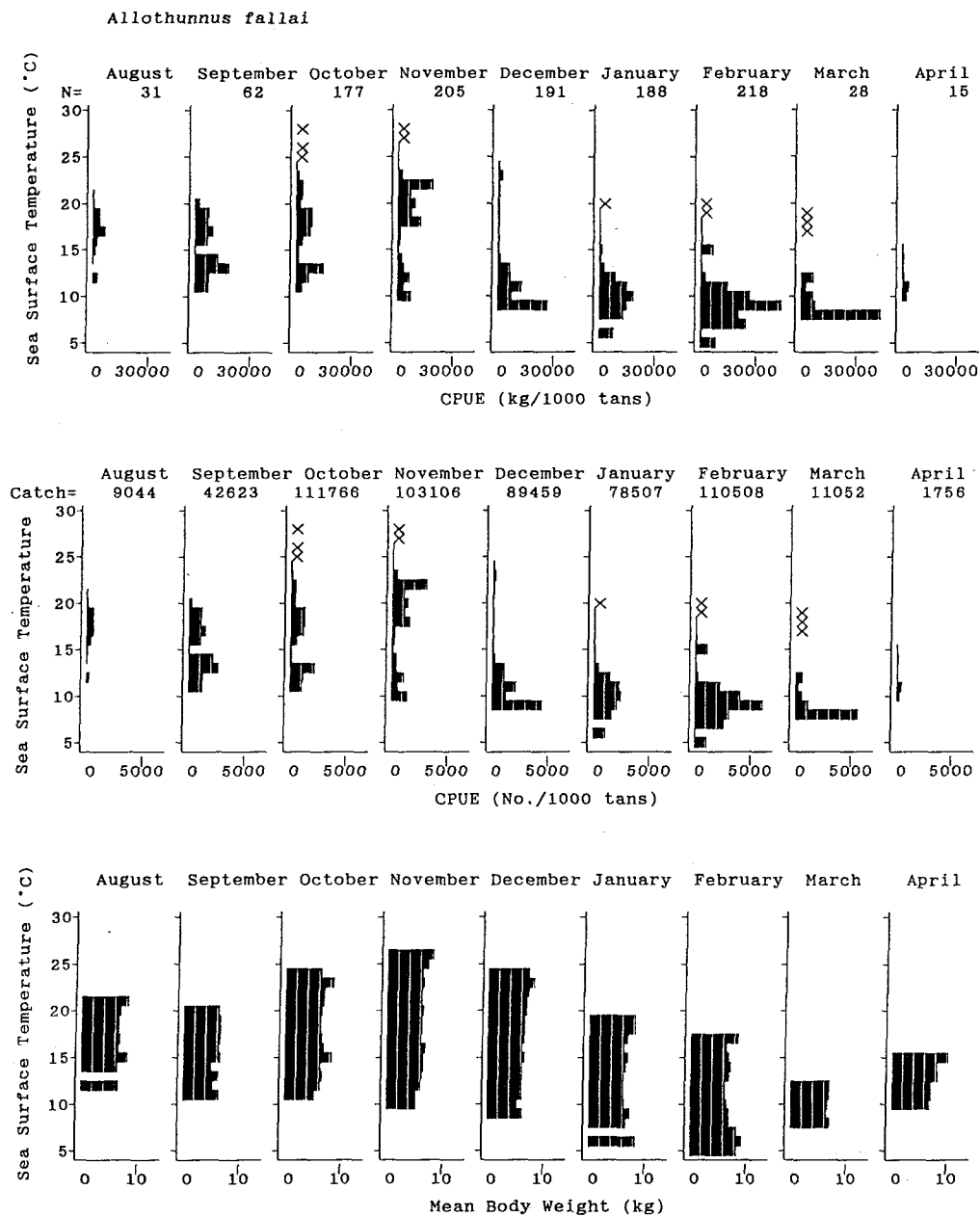


図2-60. アロツナス *Allothunnus fallai* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布
 Fig. 2-60. Distribution of CPUE and mean body weight of *Allothunnus fallai* by sea surface temperature and by month.
 N: number of operations, Catch: catch in number.

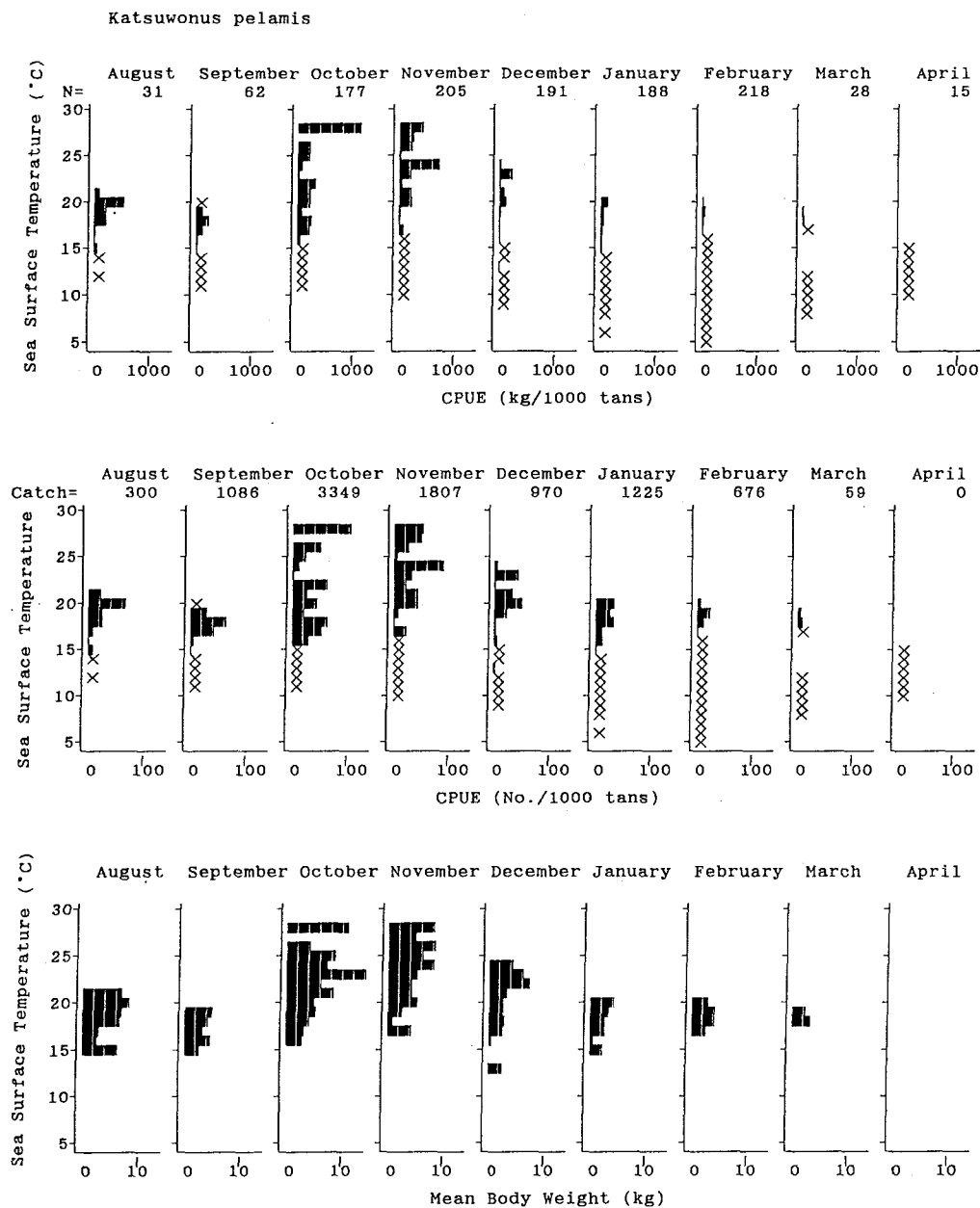


図2-61. カツオ *Katsuwonus pelamis* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布

Fig. 2-61. Distribution of CPUE and mean body weight of *Katsuwonus pelamis* by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

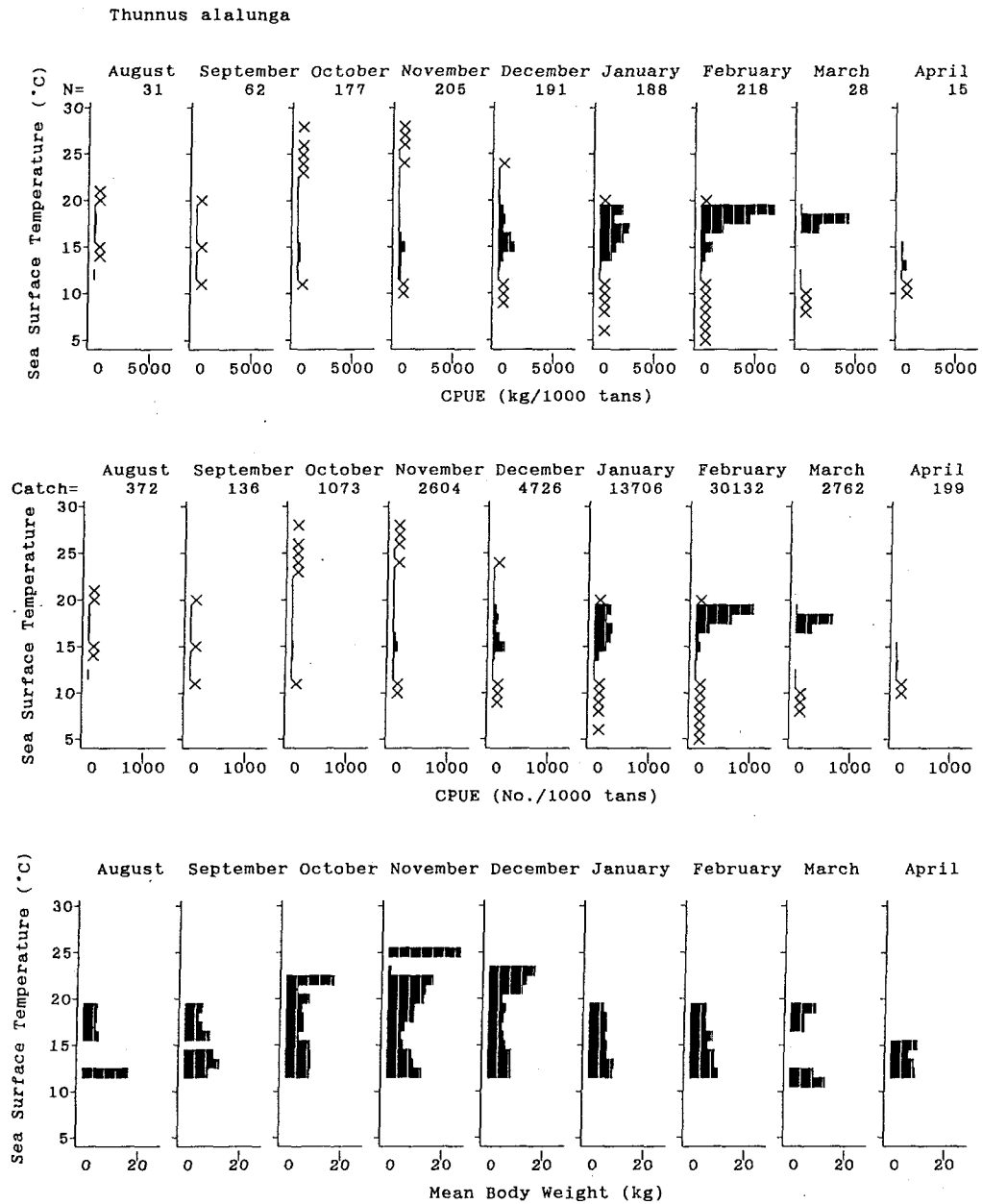


図2-62. ビンナガ *Thunnus alalunga* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布
 Fig. 2-62. Distribution of CPUE and mean body weight of *Thunnus alalunga* by sea surface temperature and by month.
 N: number of operations, Catch: catch in number.

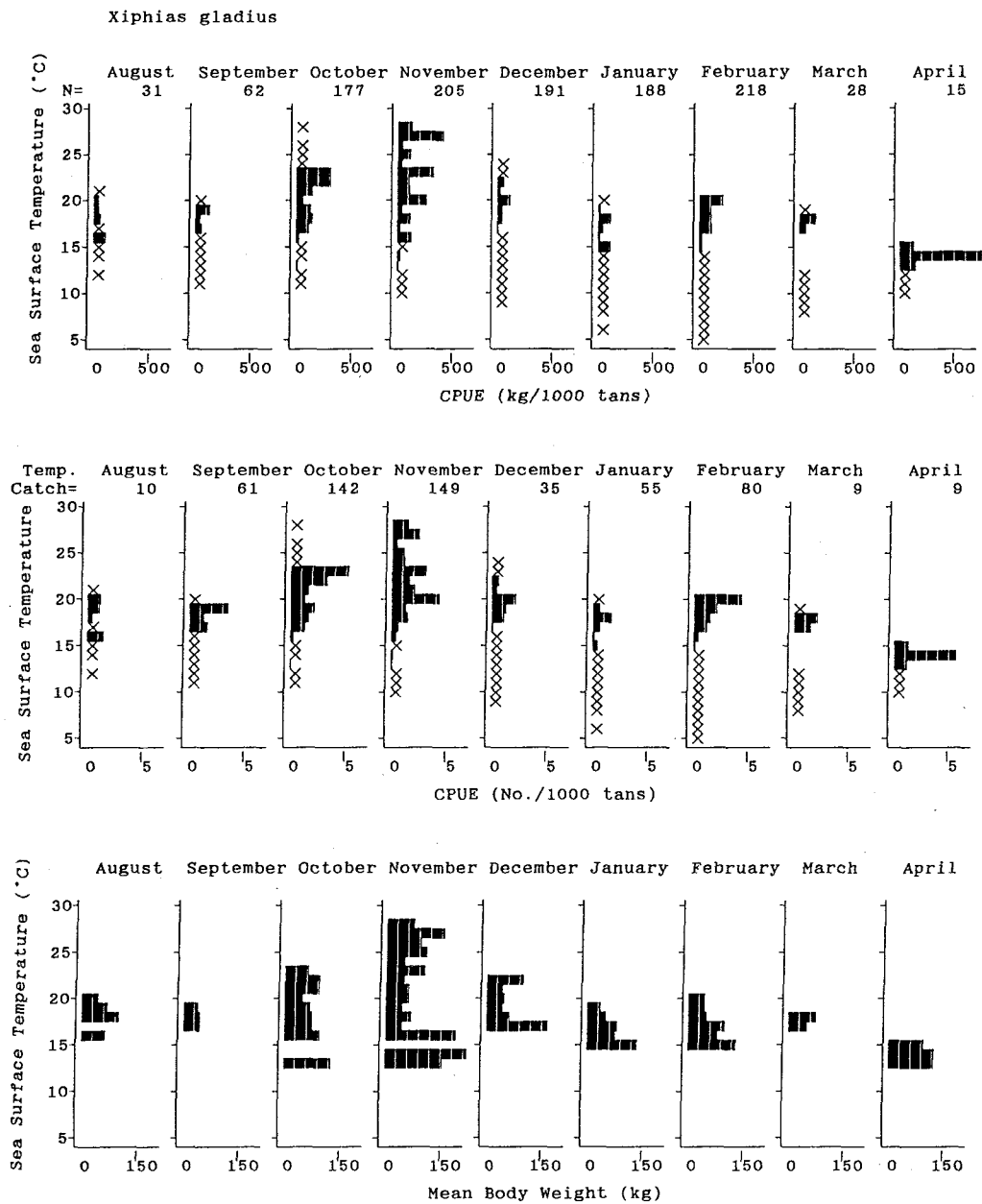


図2-63. メカジキ *Xiphias gladius* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布

Fig. 2-63. Distribution of CPUE and mean body weight of *Xiphias gladius* by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

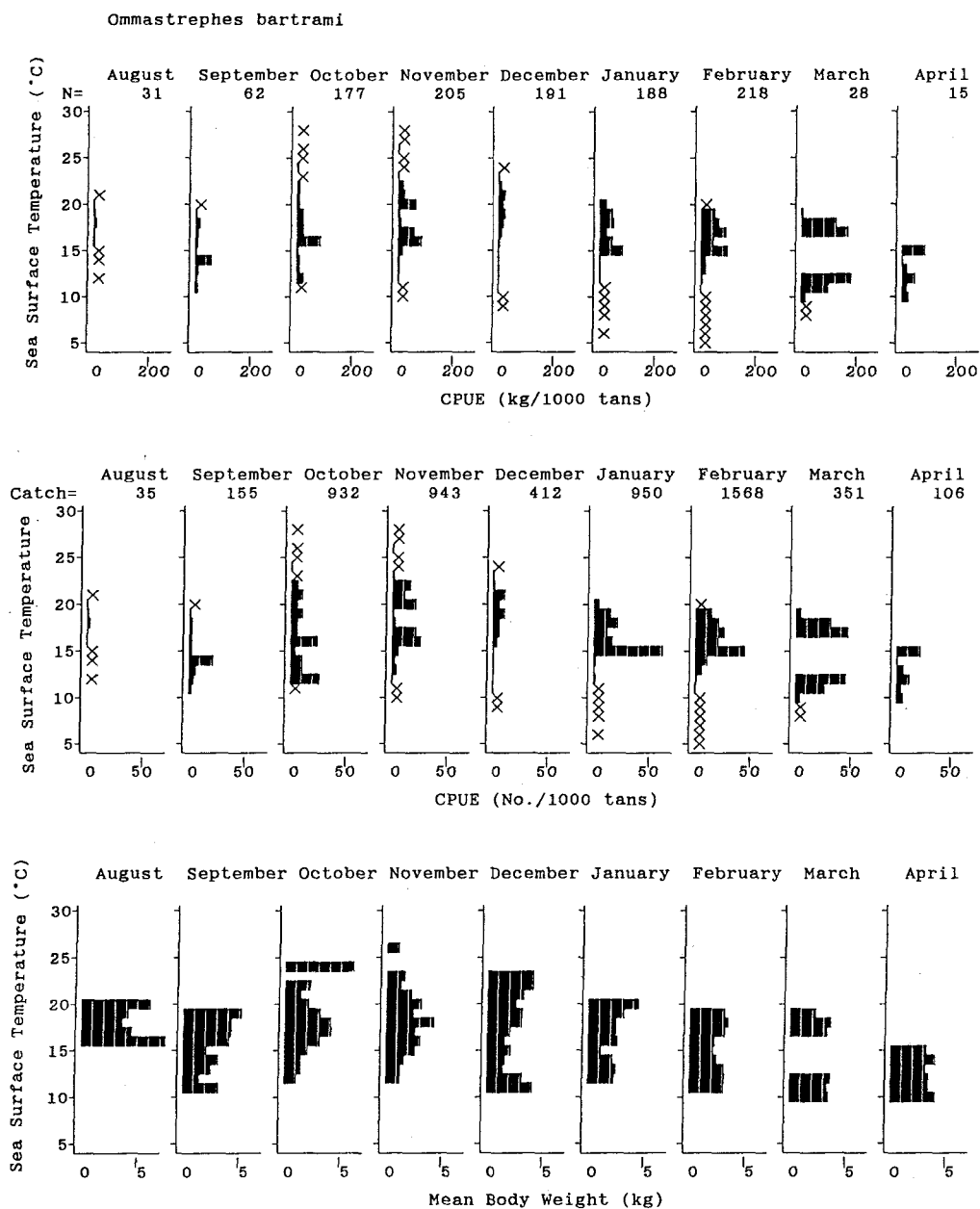


図2-64. アカイカ *Ommastrephes bartrami* のCPUEと平均体重の月別表面水温別分布
 Fig. 2-64. Distribution of CPUE and mean body weight of *Ommastrephes bartrami* by sea surface temperature and by month.

N: number of operations, Catch: catch in number.

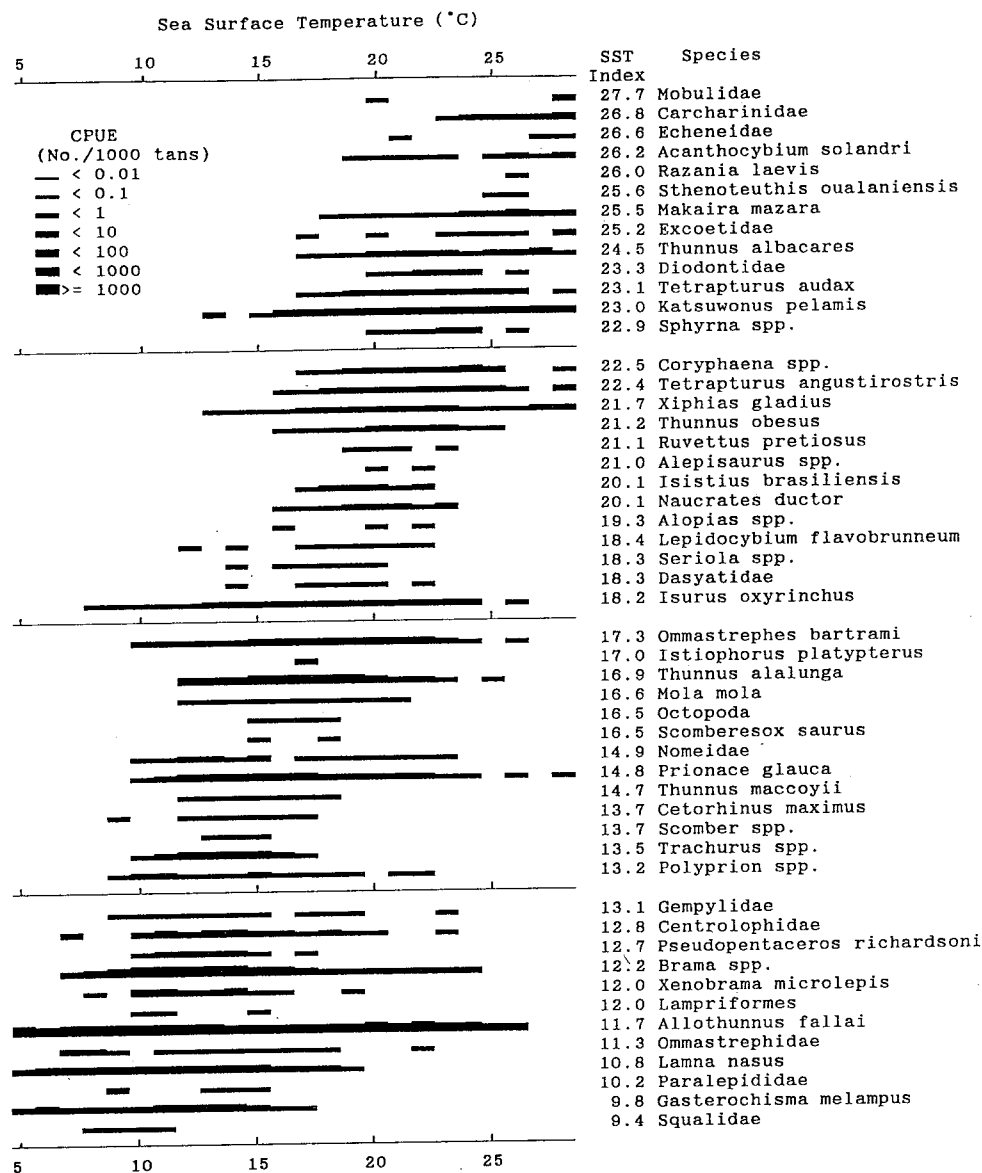


図 2-65. 南太平洋で流し網により漁獲された種またはグループのCPUEの表面水温別分布 (タスマン海と100° W以东の南太平洋を除く)

SST index: CPUEで重み付けた平均出現水温

Fig. 2-65. Distribution of driftnet CPUE of each species or higher group by sea surface temperature (SST) in the South Pacific excluding east of 100° W longitude.

SST index: mean SST weighted by CPUE.

第3章 外洋表層性魚類の群集構造

3.1 群集の南北変化と海洋構造の関係

第2章では8年度間にわたる漁獲記録および海洋観測記録を一括して扱った。その結果、外洋性魚類頭足類ネクトンの分布が南北方向（すなわち、水温）で変化が著しいことが明らかとなった。ここでは、特定の経度線に沿って時間的に連続して行われた操業データにより、水温構造と各魚種の分布および群集構造の南北変化を検討する。

(1) 34° ~54° S, 163° W, 1984年1~2月 (図3-1)

45° S以南では水深50m付近に顕著な水温躍層、43° ~45° S付近に14~17°C等温線がやや密に見られた。Hofmann (1985) は160° W付近の42° ~45° Sに亜熱帯前線 (STF), 52° ~55° Sに亜南極前線 (SAF) を認めている。これらにより、操業番号75~77は亜熱帯前線域に相当すると思われる。54° S付近の100m以深には6°Cと7°C等温線の立ち上がりが見られ、亜南極前線と考えられる。

全魚種を込みにしたCPUEは45° Sより北側では0.5未満と低く、それより南側では急速にCPUEは上昇し、最南端の54° S (操業番号82) では約9と最高のCPUEを示した。操業番号82の魚種組成 (個体数) はアロツナスが95%, ニシシマガツオが4%であった。種多様度 (Simpson の λ^{-1}) は、亜熱帯前線域に位置する操業番号76と77で高く、75以北および78以南とも低下し、特に最南端では低かった。魚種の分布北限および南限が多く見られた位置は、操業番号75と76の間、南限では操業番号78-79間と79-80間であった。このように、魚種組成は海洋区分とほぼ対応して変化した。以上により、本海域は操業番号70~75の亜熱帯域、76~77の亜熱帯前線域、78~81の亜南極域、82の亜南極前線域と区分することが適当である。

(2) 15° ~40° S, 120° ~132° W, 1985年11月 (図3-2)

操業番号1~3は、15° S, 132° Wから21° S, 126° Wに斜め方向に配置されたが、他の操業は120° W線に沿って配置された。28° S以北では水温は南北方向にあまり

変化しなかった。29° S以南は水温は南北に大きく変化した。Hofmann (1985) は 120° W 付近の 38° ~ 43° S 付近に亜熱帯前線 (STF) を認めており、また、Lutjeharms and Valentine (1984) による STF の中心水温は 14.2°C であった。図 3-2 においては、37° S 付近に等温線のやや密な分布が見られた。以上により、操業番号 14 と 15 は亜熱帯前線域に相当すると思われる。

全魚種を込みにした CPUE は、28° ~ 32° S (操業番号 8 ~ 10) 付近で 4 以上と高く、28° S より北側では 0.5 未満であった。33° ~ 38° S では CPUE は 2 ~ 3、40° S (操業番号 15) では約 6 と最高であった。28° ~ 32° S 付近の魚種組成はアロツナスが 98.7% を占め、40° S ではニシシマガツオが 62%、アロツナスが 37% であった。種多様度は、操業番号 3 (21° S) で最高で、アロツナスが 98.7% を占めた 28° ~ 32° S で最低、その南側でやや高まった。魚種の分布南限が最も多く一致した位置は操業番号 14 と 15 の間、北限では操業番号 11 と 12 の間であった。このように、魚種組成は海洋区分とほぼ対応して変化した。以上により、本海域は操業番号 1 ~ 7 の北部亜熱帯域、8 ~ 10 のアロツナス卓越海域、11 ~ 14 の南部亜熱帯、15 の亜熱帯前線域と区分できる。

(3) 36° ~ 48° S, 125° W, 1985 年 12 月 (図 3-3)

38° ~ 40° S の表層に 13 ~ 17°C 等温線が密に見られ、亜熱帯前線域と思われた。

全魚種を込みにした CPUE は、最南端の 48° S (操業番号 40) では約 10 と最高、次いで操業番号 36 の 4 であり、それらの間は約 2 ~ 3、36° ~ 38° S では 1 未満であった。操業番号 40 の魚種組成はアロツナスが 95%、ニシシマガツオが 4% であった。種多様度は、最北端の操業番号 33 では低く、亜熱帯前線付近の操業番号 34、35 で高く、その南側で徐々に低下した。魚種の分布北限が多く見られた位置は、操業番号 34 と 35 の間、南限では操業番号 37 と 38 の間であった。この海域でも亜熱帯前線は魚種組成と良く対応していた。本海域は操業番号 33 ~ 34 の亜熱帯域、35 ~ 37 の亜熱帯前線域、38 ~ 40 の亜南極域に区分できる。

(4) 45° ~54° S, 140° W, 1986年2月 (図3-4)

53° S付近の表層から中層に6~9°C等温線が非常に密に見られ、亜南極前線(SAF)と思われる。

全魚種を込みにしたCPUEは、SAFのすぐ北(操業番号62)では約9と最高、それより北側では操業番号61を除き北方ほど急激に低下した。SAFより南の操業番号63ではCPUEは非常に低く、魚種組成はアロツナスが99%、操業番号62ではアロツナスが85%、ニシシマガツオが14%であった。種多様度は、最北端の操業番号58で最高で、それより南では2以下、最南端では最も低かった。南下するにつれ種数は徐々に少なくなり、SAFより南側では主要種の1種であるニシシマガツオが見られず、アロツナスのCPUEも極端に低下したことから、SAFはネクトンの分布に極めて重大な影響を与えることが明らかとなった。

(5) まとめ

調査海域には亜熱帯前線および亜南極前線が見られ、魚種の分布と種組成はこれらの前線に対応して変化している。亜熱帯前線はある程度南北幅をもっており、魚種分布が前線で完全に入れ代わるのではなく、亜熱帯性種と亜南極性種が混合するファウナの遷移帯(ecotone)であると認められる。このため、亜熱帯前線付近ではその周辺より多様度が高かった。亜熱帯域はふつう亜南極域より多様度が高かったが、全魚種を込みにしたCPUEはこの逆であった。ただし、11月の28° ~ 32° Sではアロツナスの卓越によりCPUEは高く、多様度は低かった。亜熱帯海域内では北側ほどCPUEは低く、21° S以北では特に高い多様度を示した。

3.2 群集の類型化

緯度4度・経度10度ブロック毎に集計した主要23種(表1-3)のCPUEの非類似度行列に基づき、2ヶ月毎に各ブロックをクラスター分析により分類した。第2章および第3章1節によりネクトンの分布が海洋学的区分にほぼ対応することが明らかとなったため、クラスタリングのレベルは、各季節で主要な海洋学的区分との対応が見られた任意のクラスター間の平均距離とした。結果的にはクラスター間の

最少平均距離は0.8であった。図3-5に基づき、以下に季節毎に結果を述べる。なお、各ブロックの名称はその北東端の緯度経度で表した。

(1) 8～9月

最も類似度が低かったブロックは、 $32^{\circ}\text{S}-170^{\circ}\text{W}$ で、残りのクラスターで次に分離されたのは、 $36^{\circ}\text{S}-130^{\circ}\text{W}$ であり、これらは調査海域の南西端と南東端に位置した。これらを除いたクラスターは亜熱帯海域に相当し、さらに東西に二分された。

(2) 10～11月

調査海域は (1) タスマン海北端 ($24^{\circ}\text{S}-170^{\circ}\text{E}$) + 南太平洋の 20°S 以北と (2) タスマン海 + 20°S 以南の南太平洋に大別された。前者のクラスターはさらに 130°W と タスマン海 + 120°W に二分された。後者のクラスターは、タスマン海と南太平洋に分けられ、南太平洋はさらに4個のクラスターに細分された。

(3) 12～1月

調査海域は (1) タスマン海 + 南太平洋中緯度帯 ($32^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{S}$ 付近) と (2) 南太平洋低緯度帯 + 高緯度帯に大別された。ただし、 $44^{\circ}\text{S}-80^{\circ}\text{S}$ ブロックは北側のブロックと同じクラスターに含まれた。前者のクラスターはさらに南太平洋中西部と東西両端部 (110°W 以東 + $40^{\circ}\text{S}-170^{\circ}\text{W}$) に二分された。奇妙なことに、中緯度帯で南北に隔てられた亜熱帯域と亜南極域がクラスタリングされた。

(4) 2～4月

調査海域は南北に二分された ($52^{\circ}\text{S}-140^{\circ}\text{W}$ ブロックを除く)。南側のクラスターは、(1) 130°W 以西の 52°S 以南 + $100^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{W}$ の一部、(2) 130°W 以西の 52°S より北側 + $44^{\circ}\text{S}-100^{\circ}\text{W}$ ブロック、(3) $40^{\circ}\text{S}-150^{\circ}\text{W}$ ブロック + $100^{\circ}\sim 120^{\circ}\text{W}$ の 52°S 以南に細分された。北側のクラスターは、(1) $140^{\circ}\sim 160^{\circ}\text{W}$,

(2) 36°S – 160°W ブロック+ 170°W 以西, (3) $40^{\circ}\sim 48^{\circ}\text{S}$ の 160°W と $110\sim 140^{\circ}\text{W}$ に細分された。

(5) まとめ

南太平洋における上記の季節別の主なクラスターは、共通して 40°S 付近を東西に連続する帯状部とその南北の合計3海域であった。さらに、10～11月だけ調査した 20°S 以北の海域はそれ以南とは区別された。前述のように、これらは海洋学的区分とほぼ対応するため、これら地理区を北から順に熱帯域 (Tropical region), 亜熱帯域 (Subtropical region), 移行域 (Transitional region) および亜南極域 (Subantarctic region) と呼ぶこととする。個々の地理区は、さらに複数の subregion に分けられた (詳細は後述)。なお、タスマン海は10～11月は他の南太平洋と区別されたが、12～1月では移行帯とは区分されなかった。

3.3 地理区間の群集構造の比較

季節別, 上記地理区別の出現種 (またはグループ) 数, Simpson および Shannon の種多様度指数, および上位3種のリストを表3-1にまとめた。最優占3種に含まれたのは熱帯域を除き10種またはグループに過ぎなかった。各季節別の地理区 (subregion レベル) について求めた2種類の多様度指数は密接に関連していた (図3-6)。そこで、これ以後種多様度と記した場合は、Simpson の指数を意味することとした。なお、図3-6において Simpson の指数が2.0～2.3であり、Shannon の指数が1.2～1.3と低い点が4ヶ所で見られたが、これらの地理区では最優占2種の CPUE が第3位種の CPUE よりかなり高かった。

(1) 8～9月 (図3-7)

この期間は冬季であり、調査の大部分は亜熱帯域で行われた。クラスター分析により亜熱帯域は東区と西区 (East and West subregions) に細分され、緯度4度・経度10度ブロックの数はそれぞれ6と8であった。移行域は沿岸区 (Coastal subregion) と本区 (Transitional Proper subregion) に分けられ、ともにブ

ロック数は1であった。沿岸区は出現種数は10と少なかったが、種多様度は4.10と最も高かった。これは、種間のCPUE差が比較的少なかったためである。なお、出現種数は調査努力量または面積と関係し、ブロック間で調査努力量がかなり異なる場合は群集の指標としては有効とは思われない。他の3区では上位2種が非常に卓越した。移行域本区の種数は7であり、種多様度は1.99と沿岸区に次いで高かったが、Shannonの種多様度は亜熱帯域西区より若干低かった。亜熱帯域の東西両区は種数はほぼ同様であったが、Simpsonの指数は西区がやや高く、Shannonの指数では西区は1.09、東区は0.66とかなり異なった。

CPUE順に種をならべた種数－CPUE関係（図3-7）から、西区は東区より種間のCPUE差が小さいことが分かる。全ての地理区で最も卓越した種はアロツナス、第2位種は西区（カツオ）以外はニシシマカツオであった。東区のカツオの順位は7位と低かった。東区と移行域本区は上位3種と5位のニシネズミザメが一致したが、東区で4位のビンナガが移行域本区では6位、移行域4位のアカイカが東区で8位とやや異なった。ビンナガは西区で3位であり、以上により東区は移行域本区ではなく西区とクラスタリングされたものと考えられる。移行域本区と沿岸区の第4位はアカイカであり、亜熱帯域ではアカイカは7位または8位であった。この面では亜熱帯および移行域内の区同士は類似していた。アロツナスとニシシマカツオのCPUEは沿岸区ではその他の区より相当低かった。また、沿岸区にだけ出現した種は見られなかった。これらにより、移行域本区が亜熱帯域とクラスタリングされた要因は上位2種にあると思われる。沿岸区は水色は5と他より緑色で、透明度も浅い特徴があった（図2-1, 2）。他の3区の間では顕著な物理的環境の差は見られなかった。

(2) 10～11月（図3-8）

南半球の春に相当する期間であり、調査海域は、熱帯域、タスマン海域、亜熱帯域、移行域に大別された。タスマン海は南太平洋の同緯度より暖かい表面水温、やや大きな表面－100m水温差と浅い透明度などの海洋学的特徴を示した（図2-1, 3, 5）。

熱帯域では、カツオが第1位を占め、アロツナスが非常に少なく（b区では第2位だが、CPUEは亜熱帯域に比べ低い）、ニシシマグツオとビンナガが見られないなどの特徴を示した。調査ブロック数も努力量も少ないため、分布密度の低い種は網羅されなかったと思われる。熱帯域は130°～140° Wのa区とタスマン海と120° Wに離れるb区に分けられた。a区ではアロツナスが見られず、第2位種がメジロザメ科、第3位種がクロカジキと他の海域と非常に異なった。出現種数はa区がやや多いが多様度はb区が高かった。これは、a区ではカツオが他の種より1桁大きいCPUEを示したことに起因する。

亜熱帯域ではアロツナスが最優占種で、カツオが第2または3位種であった。クラスター分析により、亜熱帯域はブロック数の大部分を占める本区 (Subtropical Proper subregion) と散在する5ブロックから成る縁辺区 (Subtropical Marginal subregion) に分けられた。本区はアロツナスとニシシマグツオのCPUEが高いのに対し、縁辺区ではアロツナスは最優占種であるがそのCPUEは本区よりかなり低く、ニシシマグツオは第6位であった。これらのsubregionsと対応する海洋学的特徴が見られないこと、縁辺区は散在したブロックから構成されることから、区分には積極的な意味はないと思われる。亜熱帯本区は出現種数は最大であったが、種多様度は最も低かった。種数は調査ブロック数と努力量が多いことに起因するかも知れない。多様度が低かったのはアロツナスのCPUEが他の種より極めて高かったためであろう（第2位のニシシマグツオのCPUEより1桁大きかった）。

タスマン海は最優占種がカツオである点で熱帯域と共通したが、ニシシマグツオが卓越した点では亜熱帯域と移行域に類似していた。また、アロツナスのCPUEが低い点で亜熱帯域とも移行域とも異なった。タスマン海域の群集がかなり独立性が高かった主因は、これらによると思われる。

クラスター分析により沿岸区としてまとめられたブロックは、ニュージーランド北島東方とチリ沖合と東西に分離していた。沿岸区の最上位2種はニシシマグツオとアロツナスである点で移行帯本区と類似していたが、沿岸区ではこれら2種のCPUEは第3位以下の種のCPUEに比して本区ほど極端な差はなかった。また、エボシダイ科やニュージーランドオオハタは沿岸区で特徴的にCPUEが高かった。8～9月

同様、沿岸区のSimpsonの種多様度は移行域本区より高かったが、タスマン海より低かった（Shannonの多様度はほぼ同様であった）。

移行域本区では、ニシシマガツオが最優占種であり、第2位種のアロツナスとともに第3位種のオニシマガツオより1桁高いCPUEを示した。種数は23と調査努力量やブロック数の割には少なかった。

(3) 12～1月 (図3-9)

南半球の初夏であり、調査海域は、亜熱帯域、移行域、亜南極域に大別された。タスマン海は南太平洋の同緯度とほぼ同様な表面水温であったが、タスマン海は100m層水温がやや暖かいことと透明度がより低い点で異なった（図2-1, 3, 4）。しかし、10～11月と異なり、種組成からは南太平洋の移行域と区別されなかった。

亜熱帯域ではアロツナスが最優占種であった。クラスター分析では亜熱帯域北西端と北東端のブロック（北区, Subtropical North subregion）が他の亜熱帯域から分離された。移行域より南に位置する44° S–80° Wブロックが亜熱帯域に分類されたことは、亜熱帯域が移行域より先に亜南極域とクラスタリングされたことと類似した現象である。また、36° S–110° Wブロックは他の亜熱帯域と地理的に離れており、類似度は44° S–80° Wブロックとの間で最も高かったため、これらのブロックは東区（East subregion）として別に扱った。北区は本区と最上位2種（アロツナスとカツオ）は共通であるが、アロツナスのCPUEはやや低く、シイラ属やキハダなどの分布が特徴であり、多様度は高かった。東区は本区同様にアロツナスが最優占種でそのCPUEもほぼ同様であったが、他の種の順位はかなり異なり、むしろ亜南極域に類似していた。また、アロツナスとニシシマガツオのCPUEが接近し、第3位種より著しく高かった点でもよく類似した。しかしアロツナスのCPUEは亜南極域の方がかなり高かった。

このような各地理区の群集の類似性は海洋学的特性に起因した可能性がある。すなわち、東部南太平洋では海洋前線が西部より相当弱まることから、亜熱帯性および亜南極性の魚種の混合がより著しいと考えられる。また、120° W以西の中緯度域で卓越したピンナガは、120° W以西の低緯度と高緯度域および120° W以東

では分布が少なかった。さらに、水色4~5の分布域は、ビンナガの低いCPUE域とほぼ一致していた。従って、海洋学的背景とともにビンナガの分布が、上記の奇妙なクラスター分析結果に結び付いたと考えられるが、120° W以東の調査努力量は以西よりかなり少ないため、更に検討を要する課題である。

クラスター分析により、移行域はニュージーランド東方の1ブロックおよび、40° S付近、110° W以西の3ブロック（沿岸区：Transitional-Coastal subregion）とその他の中緯度域（本区：Transitional Proper subregion）に分けられた。10~11月に明瞭な地理区を形成したタスマン海は南太平洋から分離されなかった。しかし、ここでの群集構造分析では一応別に扱った。移行域本区とタスマン海ではビンナガが最優占種で第2位種よりかなりCPUEが高かった。沿岸区では、ニシシマガツオが最優占種、ビンナガは第2位であったが、その差は小さかった。沿岸区は種数は少ないものの、種間のCPUE差が極端でないため多様度は高かった。

亜南極域は広い範囲にわたったが、他の地理区と同様なレベルでは細分はされなかった。アロツナスとニシシマガツオが圧倒的な優占種であり、第3位種とは2桁のCPUEの隔たりが見られた。第3~8位種間のCPUEの差は少なかったが、第9位種以下では差が著しかった。この特徴のため、亜南極域の種多様度はSimpsonの指数とShannonの指数でやや異なる結果となった。

(4) 2~4月 (図3-10)

南半球の夏~初秋に相当し、調査海域は移行域と亜南極域に大別された。大部分の移行域の水色は3以下と青色系で透明度も高く、亜南極域は緑色系の水色および低い透明度を示す点で対照的であった（図2-2, 3）。52° S-140° Wブロックは移行域にクラスタリングされたが、調査努力量が極めて少ないため地理区名は付さなかった。

移行域は、ニュージーランド東方の3ブロック（沿岸区）、140° ~160° Wの2ブロック（北区：Transitional North subregion）とその他の5ブロック（本区：Proper subregion）に分けられた。沿岸区とそのすぐ東の北区では上位4種の順位

(ビンナガ、アカイカ、カツオ、ヨシキリザメ)と一致し、アロツナスの順位は低かった。これに対し、本区はニシシマカツオ、アロツナス、ビンナガの順であった。移行域北区では最優占種のビンナガのCPUEは第2位種のCPUEよりはるかに高く、種多様度は沿岸区および本区より相当低かった。沿岸区および本区の種間のCPUE差は比較的少なかった。

亜南極域は、北部の本区 (Subantarctic Proper subregion) , 南区 (South subregion) , および亜南極域北端の1ブロックと南東端の2ブロック (亜南極縁辺区: Marginal subregion) に細分された。本区ではニシシマカツオとアロツナスが第3位種 (ニシネズミザメ) を大きく引き離して圧倒的な優占種であった。南区と亜南極縁辺区は最優占種がアロツナス、第2位種はニシシマカツオである点で本区と共通していたが、ニシシマカツオのCPUEは本区、南区、縁辺区の順に低かった。縁辺区はブロック数と努力量が少なく、地理的にも分断されているので、独立した地理区とは思われない。亜南極域の種多様度は低く、Shannonの指数でより顕著に低かった。特に亜南極南区の種多様度は非常に低かった。

(5) まとめ

沿岸域とタスマン海を除き、南半球の冬～春季には熱帯域b区、移行域、亜熱帯域の順に多様度が高い傾向にあった。これは、(1) 亜熱帯域は熱帯域より出現種数は多いものの、アロツナスの卓越により多様度を低下させ、(2) 移行域は亜熱帯性および亜南極性のネクトンの分布重複により多様度が高まったと考えられる。夏～初秋季には、種多様度は、亜熱帯北区、移行域、亜熱帯本区、亜南極本区、亜南極南区の順に高かった。沿岸区は同様な緯度にある移行域本区より常に種多様度が高かった。これは、上位種と下位種のCPUE差が比較的小さいことに起因している。

3.4 群集構造の季節変化

(1) 地理区間の境界の季節変化

各地理区内の季節変化に先立ち、地理区間の境界の季節変化を整理した。

亜熱帯域—移行域の境界：160° W以西では、8～1月の間、32° ～36° Sとほぼ一定であったのに対し、110° ～160° Wでは、10～11月の40° S付近から12～1月の間の36° S付近へと北上した。100m層で見た境界水温は、110° W～180° 全域で10～11月の約13°Cから12～1月の間の16°Cへと変化した。

移行域—亜南極域の境界：140° ～160° Wは、12～4月の間、40° Sとほぼ一定であった。110° ～140° と160° W以西では、12～1月の40° S付近から2～4月の間の44° ～46° S付近へと南下した。120° W以西の100m層水温では12～4月の間は約10°Cで変化がなかったが、120° W以东では明瞭な境界水温は見られなかった。

このように各地理区の境界緯度は地域的に若干の季節変動を示した。亜熱帯前線と亜南極前線の位置は季節変化が少ないといわれており (Hofmann, 1985) , 同じ地理区名であっても、一部に海洋学的に異なる水塊を含む場合があったと考えられる。

(2) 亜熱帯域

8～9月（東区と西区）と10～11月（本区）の組成は、最優占種のアロツナスが第2位種よりかなり高いCPUEを示す点とニシシマガツオ、カツオ、ビンナガ、ヨシキリザメが主要種である点で類似しており、種多様度も同様なレベルにあった。12～1月（本区）は、移行域との境界がやや北上した点で必ずしも同列に比較できないが、種組成はそれまでとほぼ類似した。しかし、アロツナスの順位には変化がなかったもののCPUEはかなり低下し、ニシシマガツオのCPUEは極端に低下した。その結果、種多様度はやや大きくなった。

(3) 移行域

移行域本区では、8～9月のデータは少ないが、アロツナスとニシシマガツオが最上位2種で、第3位種のCPUEより1桁以上高い点で10～11月と類似していた。12～1月の本区にはそれまで移行域本区に出現しなかったビンナガとカツオが最優占種と第3位種となり、アロツナスとニシシマガツオは第2位および第4位に後退した。上位種のCPUEはそれまでより相当低くなり、下位種との差が小さくなった。この

ため種多様度は高まった。2～4月の本区の上位3種はニシシマガツオ、アロツナス、ビンナガであり、12～1月から順位は若干変動したものの引き続き優占種であったが、カツオは大きく順位を後退させた。種数がやや減少したにもかかわらず、種多様度は急激に高まった。この主因は上位種3種間のCPUEの差が最も小さくなったことにある。なお、これら3種の平均的CPUEは12～1月と同様なレベルであった。

沿岸区でも、8～9月のデータは少ないが、10～11月の本区同様にアロツナスとニシシマガツオが最上位2種であった。しかし、これら2種のCPUEは10～11月に高まり、種多様度は逆に低下した。12～1月の沿岸区の上位3種はニシシマガツオ、ビンナガ、ヨシキリザメであり、アロツナスは第4位となった。ニシシマガツオとアロツナスのCPUEは本区同様、10～11月より相当低くなり、上位種と下位種との差が小さくなった。このため種多様度は高まった。2～4月の沿岸区には、上位3種はビンナガ、アカイカ、カツオであり、アロツナスとニシシマガツオは順位を大きく後退させた。また、上位種のCPUEは12～1月よりかなり低下した。種多様度は本区同様これまでの最高となった。このように、沿岸区の種多様度は移行域本区と同様な季節変化を示したが、本区より常に種多様度が高かった。

(4) 亜南極域

亜南極本区および南区とも限られた調査期間であるが、アロツナスとニシシマガツオが圧倒的なCPUEで第3位種のニシネズミザメを引き離しており、本区の12～1月－2～4月間の変化は少なかった。また、これら2種のCPUEも12月～1月と2～4月の本区の間では順位は入れ代わっているものの、その差は小さく、種多様度も類似していた。2～4月だけ調査した南区では、アロツナスのCPUEはニシシマガツオより相当高く、種多様度は非常に低かった。

3.5 考察

今回使用したデータは、流し網の網目選択性やアロツナスやニシシマガツオなどを目的とした操業に基づいており、自然の組成からは隔たりがある。それにしても、区 (subregion) のレベルで最優占種となったのは、アロツナス、ニシシマ

ガツオ、ビンナガ、カツオだけであり、熱帯域a区を除き上位3種に出現したのは15種またはグループに過ぎなかった。これらは、Parin (1967) が述べたように外洋表層域は単純な群集であるという見解を支持する結果である。

亜熱帯域の季節的变化は8~11月の間は少なく、12~1月に主要種のアロツナスとニシシマガツオのCPUEが相当低下した。移行域では、それまで卓越したアロツナスとシマガツオが12~1月にはCPUE、順位ともに後退させ、代わってビンナガとカツオが優占した。2~4月にはカツオが減少した。亜南極域は調査期間がほぼ夏季に限定されたが、アロツナスとニシシマガツオが圧倒的に優占した。前述のような偏りをもったデータに基づく結果であるが、主要種の中にあってもアロツナスとニシシマガツオは南太平洋表層域において最重要種であり、これらにビンナガとカツオを加えた4分類群が季節変動の主因を担っていると考えられる。

表 3-1. 流し網CPUEに基づく南太平洋の地理区分別・月別の緯度4度経度10度ブロック数,
平均有効反数, 主要3種, 出現種数および2つの多様度指数

Table 3-1. Number of blocks (4x10 degrees latitude and longitude), average fishing effort (effective tans), three dominant species, total number of species or species groups, and two indices of species diversity by area and month, on the basis of driftnet CPUE in the South Pacific.

Area - Month	No. of blocks	Average effort	Dominant species	No. of species	Simpson's $\lambda-1$	Shannon's H'
<i>August-September</i>						
Subtropical East	6	4,218	A-B-P	24	1.2	0.7
Subtropical West	8	2,076	A-K-T	22	1.5	1.1
Coastal	1	768	A-B-I	10	4.1	2.6
Transitional	1	1,023	A-B-P	7	2.0	1.1
<i>October-November</i>						
Tropical (a)	3	1,274	K-Ca-M	14	1.9	1.8
Tropical (b)	2	1,218	K-A-T	11	5.8	2.9
Subtropical proper	27	4,865	A-B-K	44	1.3	0.8
Subtropical marginal	5	2,025	A-K-J	23	2.3	2.0
Tasman Sea	5	5,390	K-B-T	25	2.6	1.8
Coastal	2	1,673	B-A-T	19	2.2	1.8
Transitional	10	4,248	B-A-X	23	1.8	1.3
<i>December-January</i>						
Subtropical North	2	716	A-K-C	10	2.5	1.9
Subtropical proper	10	2,044	A-K-T	25	1.5	1.3
Subtropical East	2	2,184	A-B-L	12	2.1	1.3
Tasman Sea	3	10,044	T-K-B	31	1.7	1.3
Coastal	5	1,772	B-T-P	26	3.3	2.3
Transitional	8	6,066	T-A-K	40	2.3	2.0
Subantarctic	22	4,980	A-B-L	29	2.2	1.3
<i>February-April</i>						
Unnamed	1	448	A-G-L	3	1.7	1.1
Coastal	3	1,907	T-O-K	24	4.6	2.9
Transitional proper	5	5,126	B-A-T	32	4.5	2.6
Transitional North	2	17,405	T-O-K	20	1.1	0.5
Subantarctic proper	8	4,346	B-A-L	21	2.0	1.2
Subantarctic South	9	1,738	A-B-L	18	1.2	0.5
Subantarctic marginal	3	973	A-B-T	11	1.3	0.8

A: *Allothunnus fallai*

B: *Brama* spp.

C: *Coryphaena* spp.

Ca: Carcharinidae

G: *Gasterochisma melampus*

I: *Isurus oxyrinchus*

J: *Trachurus* spp. (jack mackerel)

K: *Katsuwonus pelamis*

L: *Lamna nasus*

M: *Makaira mazara*

O: *Ommastrephes bartrami*

P: *Prionace glauca*

T: *Thunnus alalunga*

X: *Xenobrama microlepis*

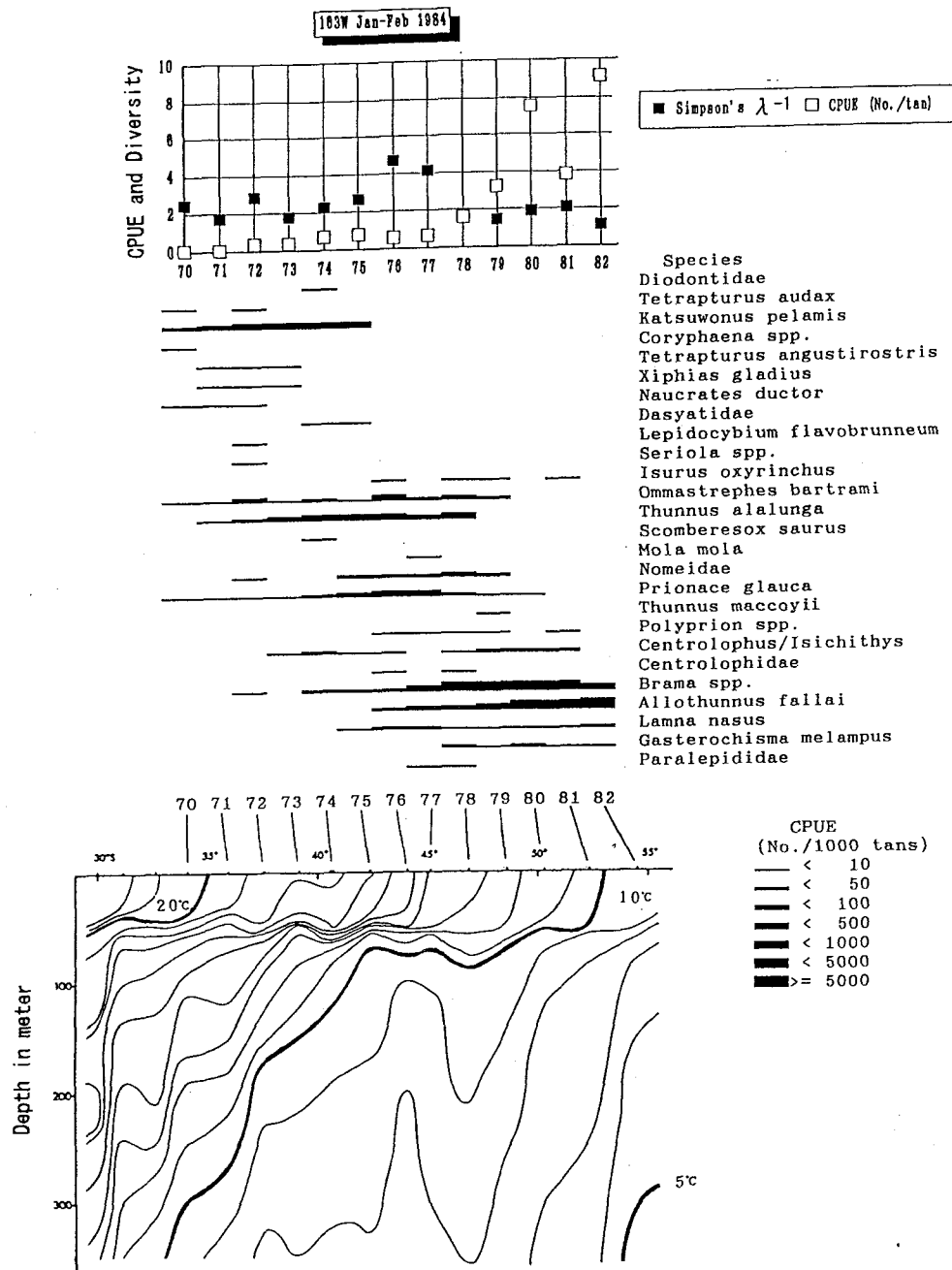


図3-1. 1984年1~2月, 34° ~54° S, 163° Wにおける水温構造, ネクトンの分布, CPUEおよびSimpsonの多様度指数

Fig. 3-1. Water temperature structure, distribution, CPUE and Simpson's species diversity of nekton at 34° ~54° S, 163° W during January-February 1984.

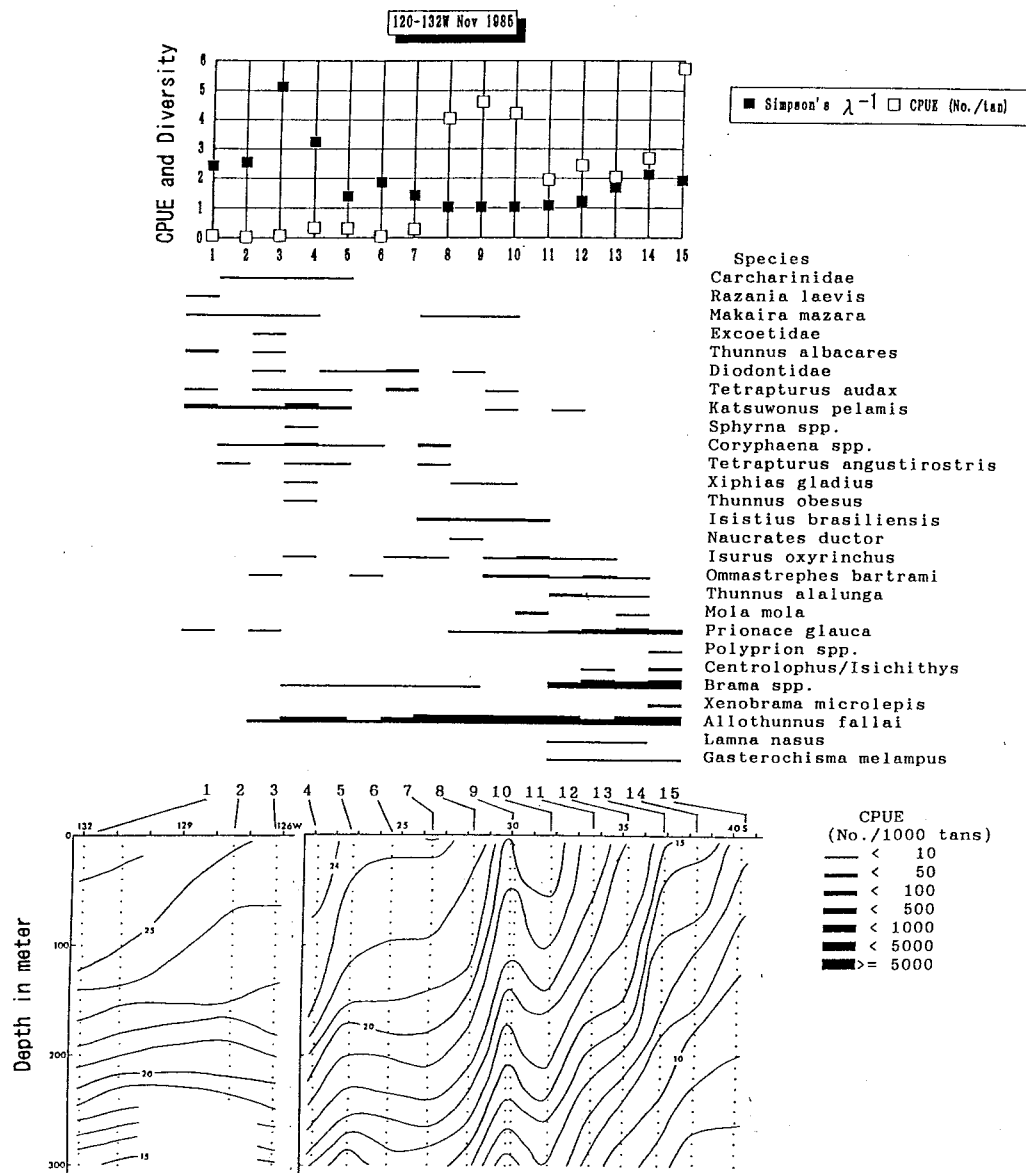


図 3-2. 1985年11月, 15° ~40° S, 120° ~132° Wにおける水温構造, ネクトンの分布, CPUEおよびSimpsonの多様度指数

Fig. 3-2. Water temperature structure, distribution, CPUE and Simpson's species diversity of nekton at 15° ~40° S, 120° ~132° W in November 1985.

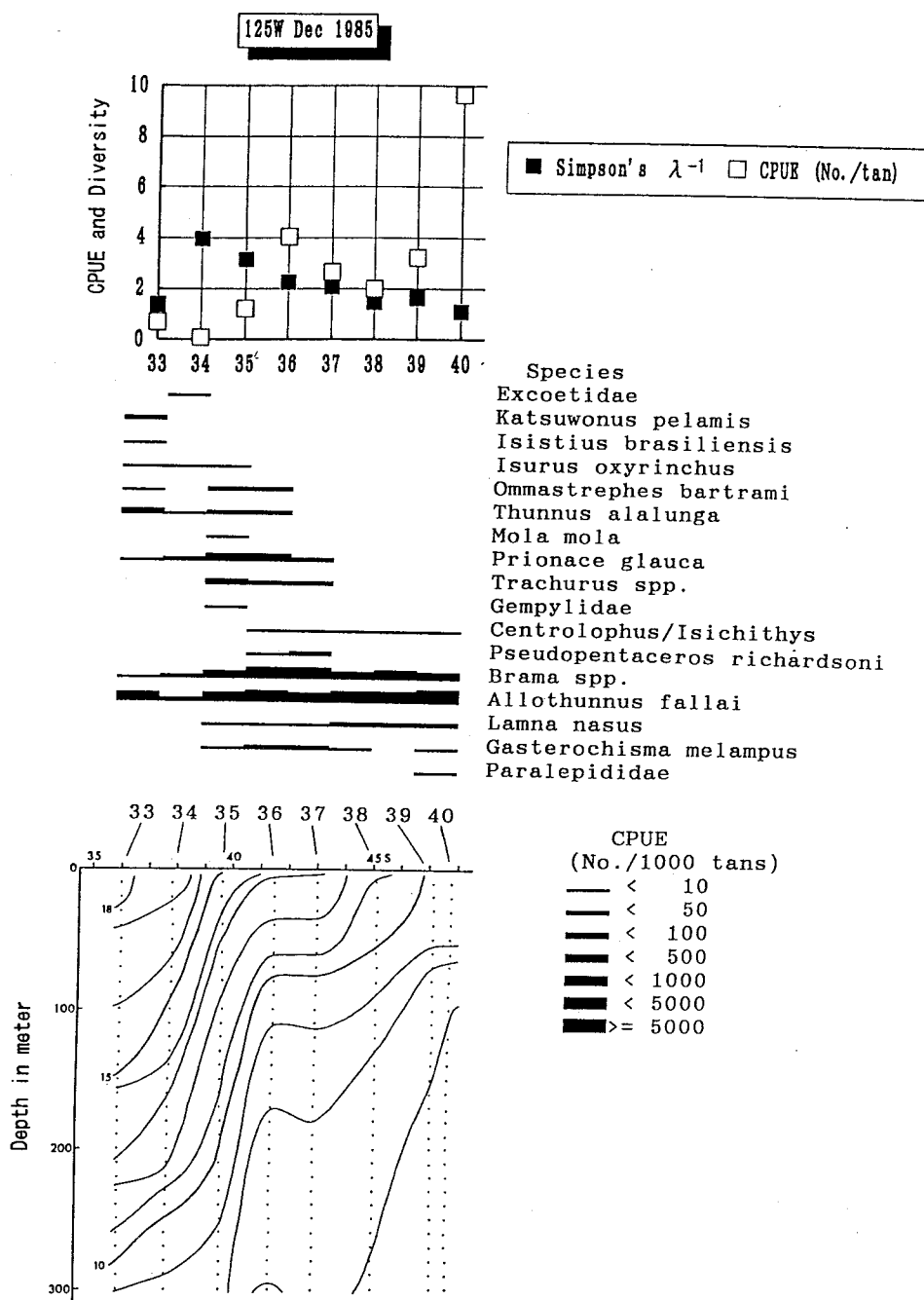


図 3-3. 1985年12月, 36° ~48° S, 125° Wにおける水温構造, ネクトンの分布, CPUE およびSimpsonの多様度指数

Fig. 3-3. Water temperature structure, distribution, CPUE and Simpson's species diversity of nekton at 36° ~48° S, 125° W in December 1985.

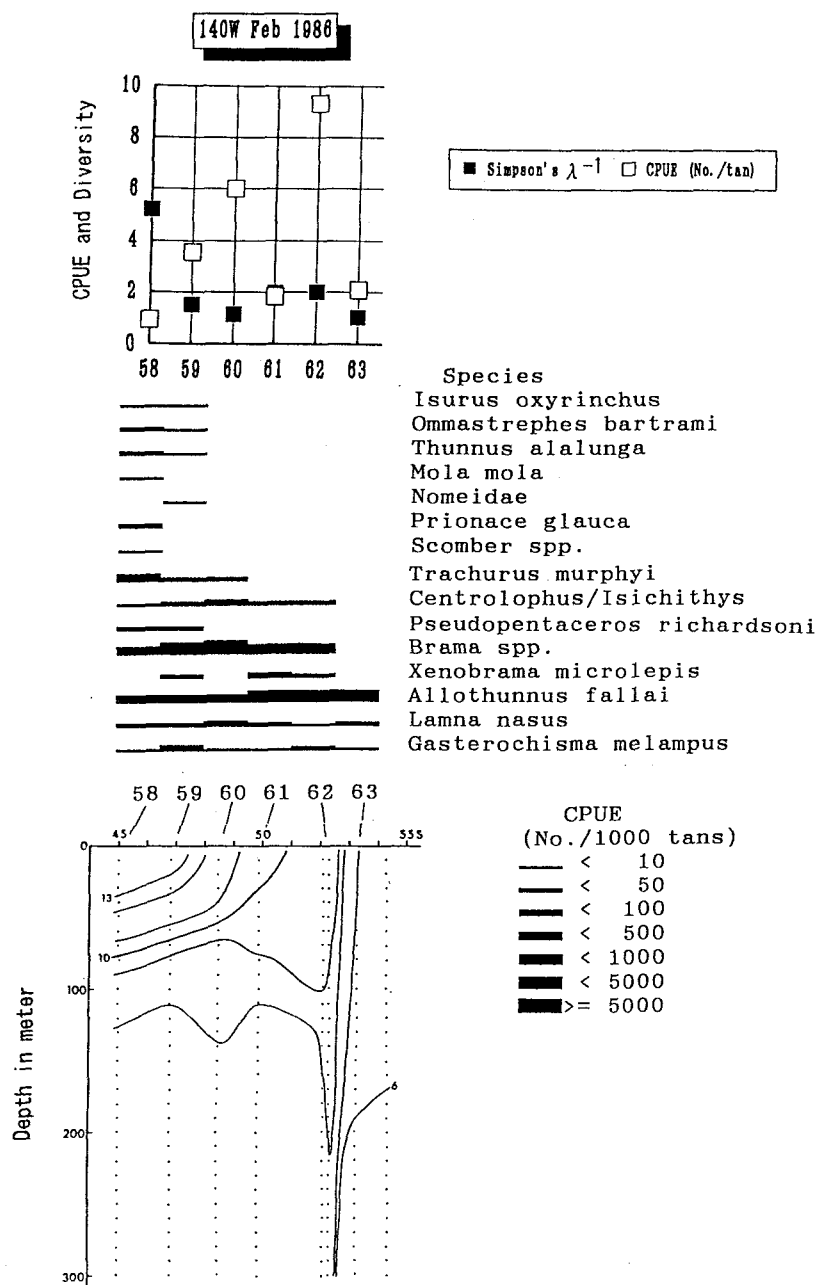


図3-4. 1986年2月, 45° ~54° S, 140° Wにおける水温構造, ネクトンの分布, CPUE およびSimpsonの多様度指数

Fig. 3-4. Water temperature structure, distribution, CPUE and Simpson's species diversity of nekton at 45° ~54° S, 140° W in February 1986.

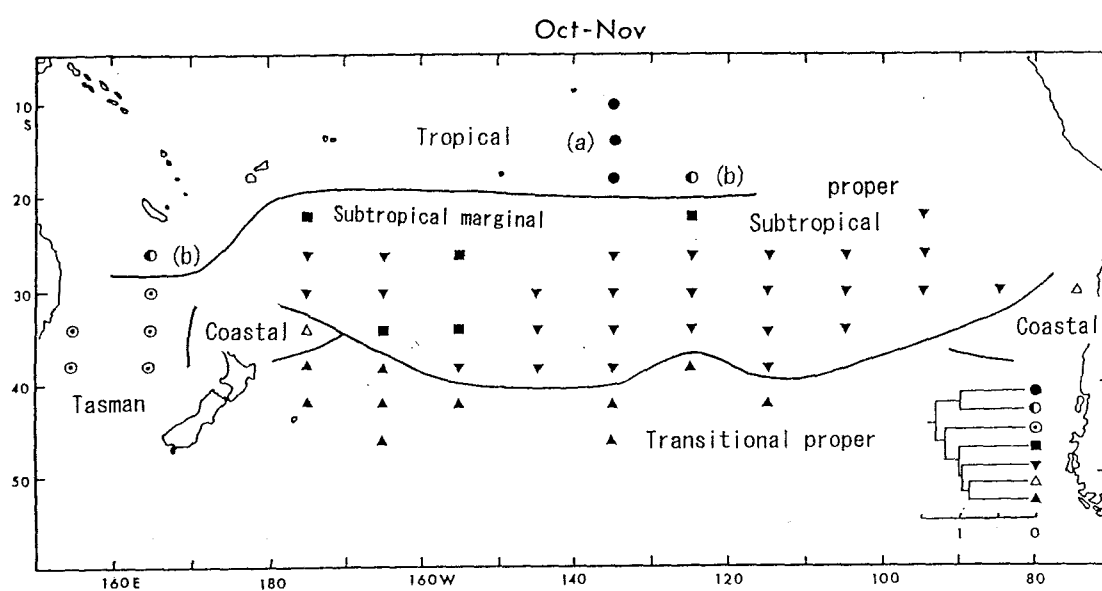
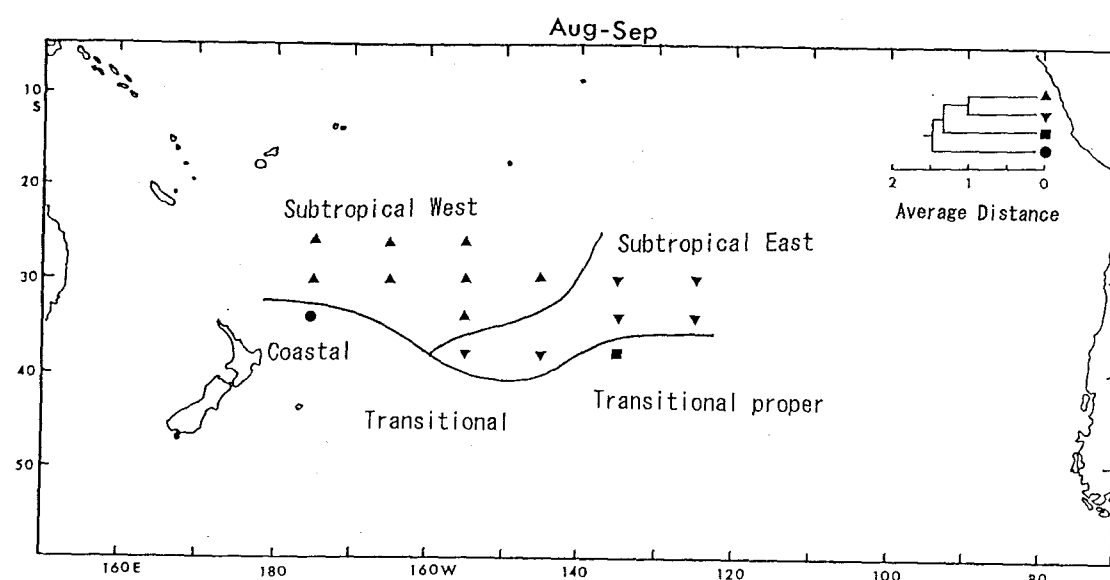


図3-5. 緯度4度・経度10度ブロック毎に集計した主要23種のCPUEの類似度に基づくクラスター分析結果

Fig. 3-5. Results of a cluster analysis based on similarity matrix obtained from CPUE of 23 major species by 4x10 degree block (Lat. x Long.).

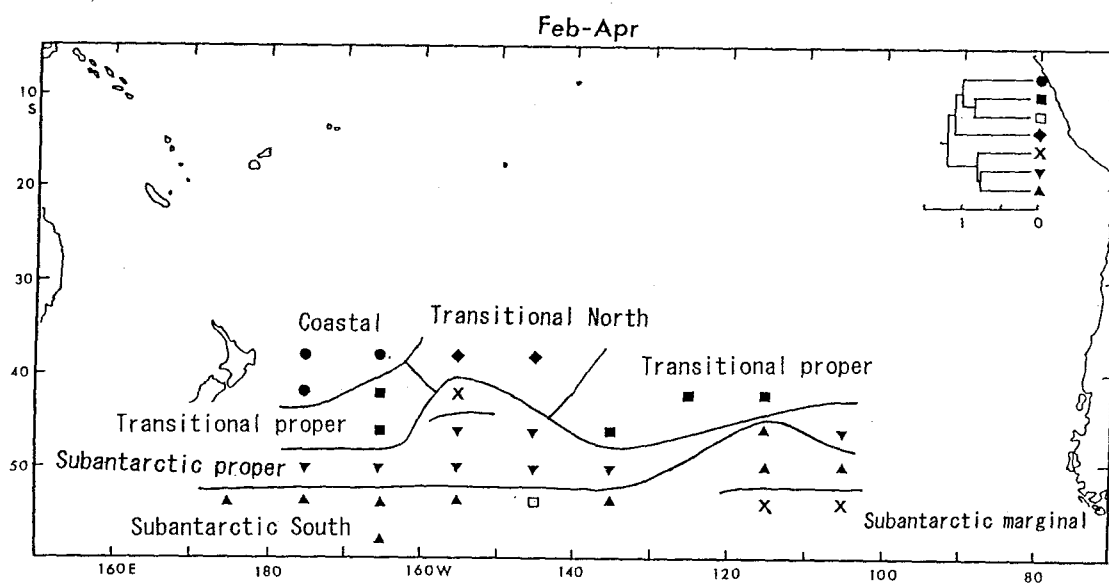
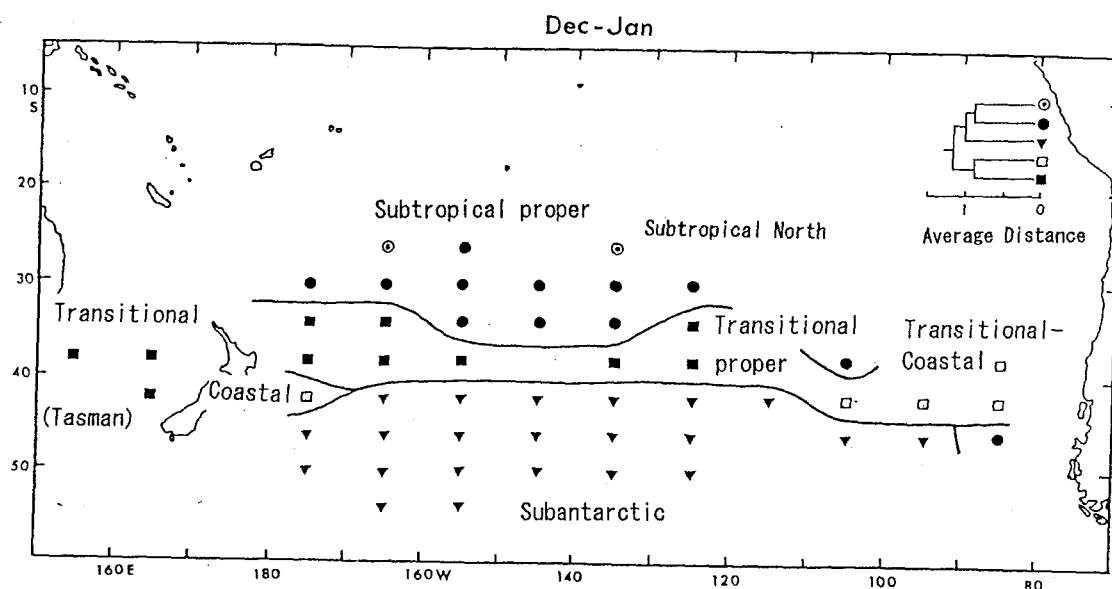


図3-5. つづき

Fig. 3-5. Continued.

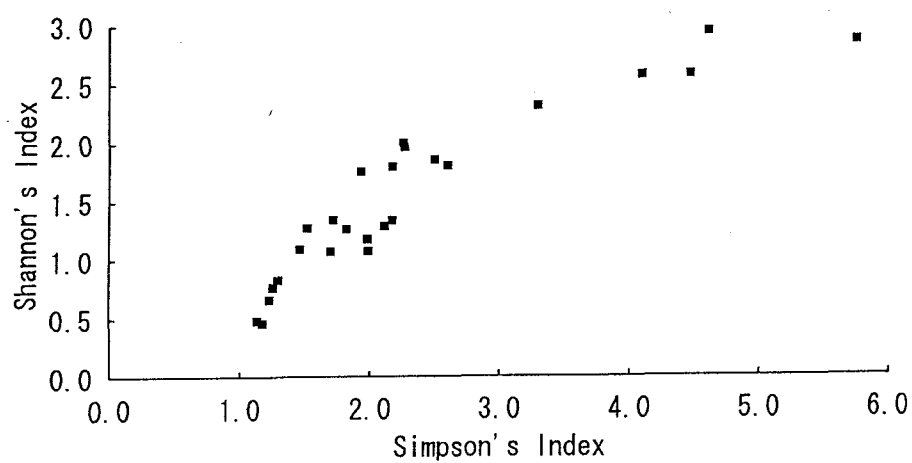


図3-6. 月別, 緯度4度・経度10度ブロックごとの2つの種多様度 (Simpsonの λ^{-1} , Shannonの H') の関係

Fig. 3-6. Relationship between two indices of species diversity (Simpson's λ^{-1} and Shannon's H') by region and month.

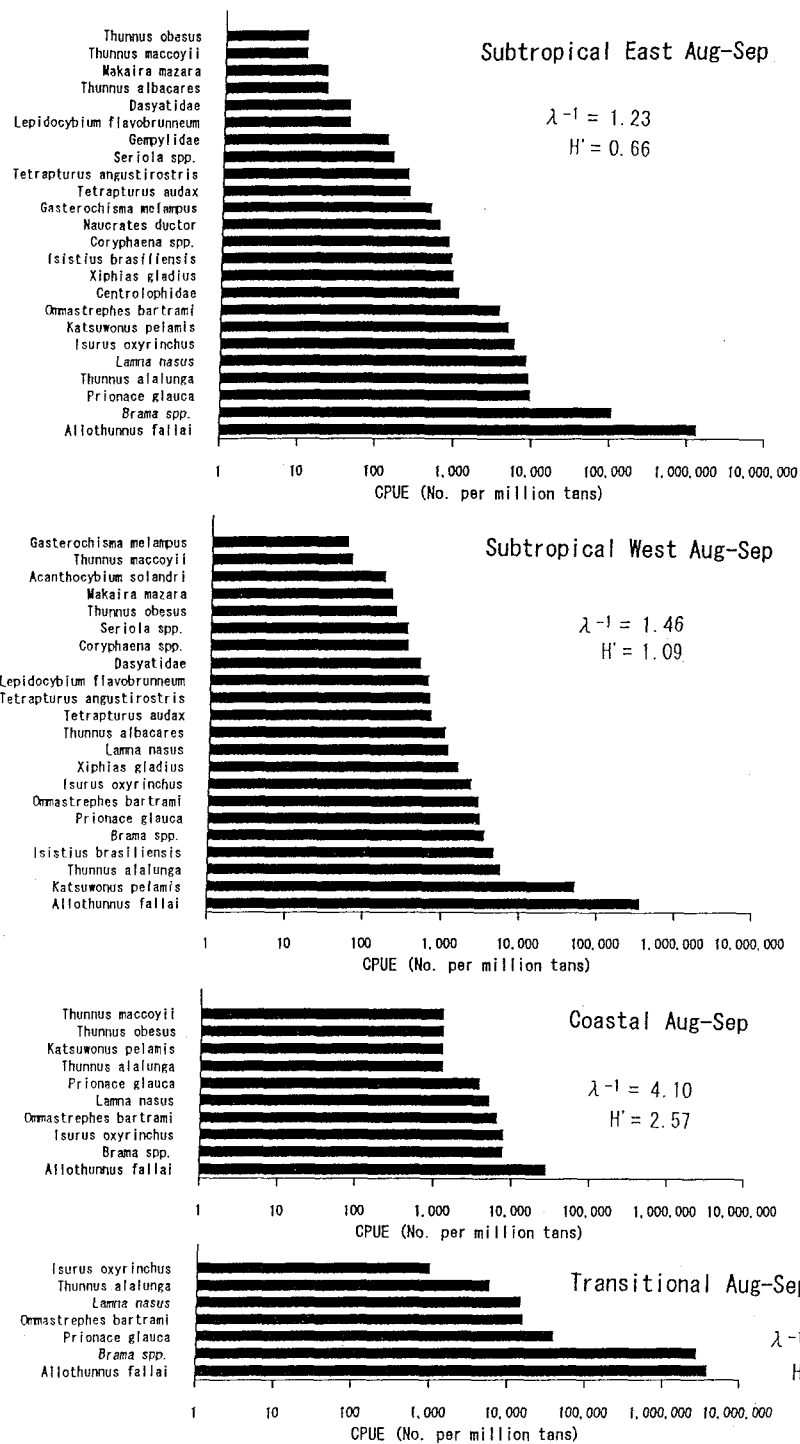


図3-7. 8~9月における地理区別の種数-CPUE関係

Fig. 3-7. Relationship between order of species and CPUE by geographic regions in August-September.

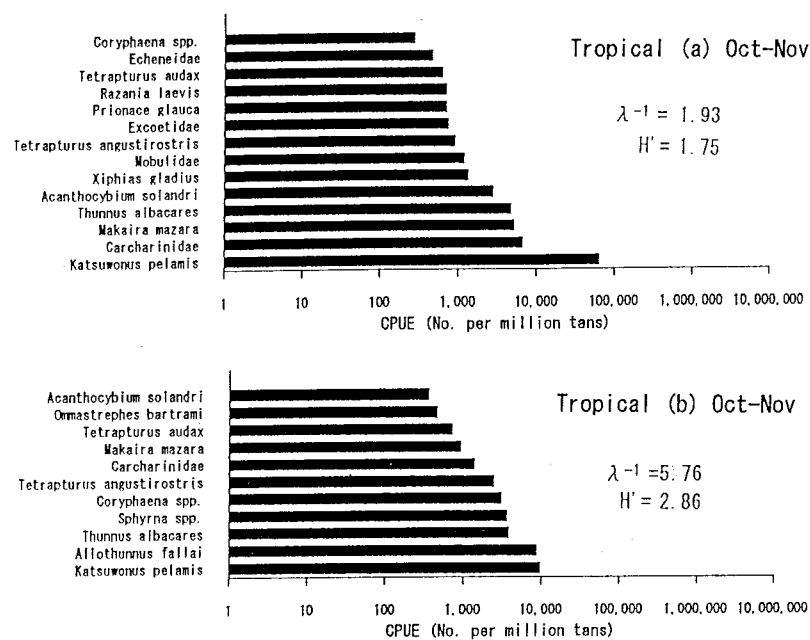


図 3-8. 10~11月における地理区別の種数-CPUE関係

Fig. 3-8. Relationship between order of species and CPUE by geographic regions in October-November.

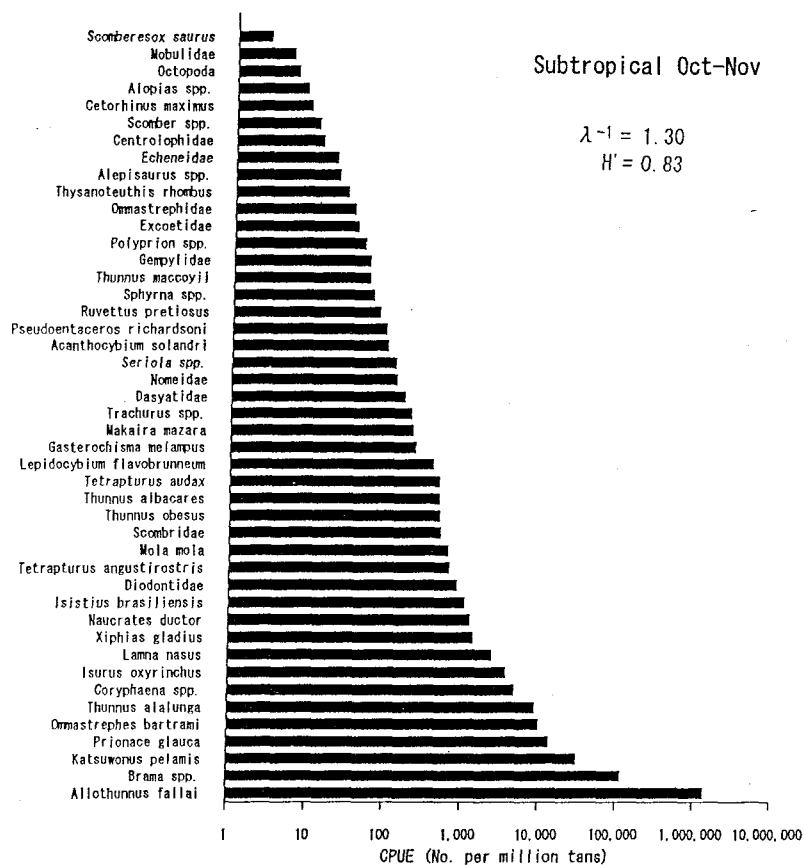
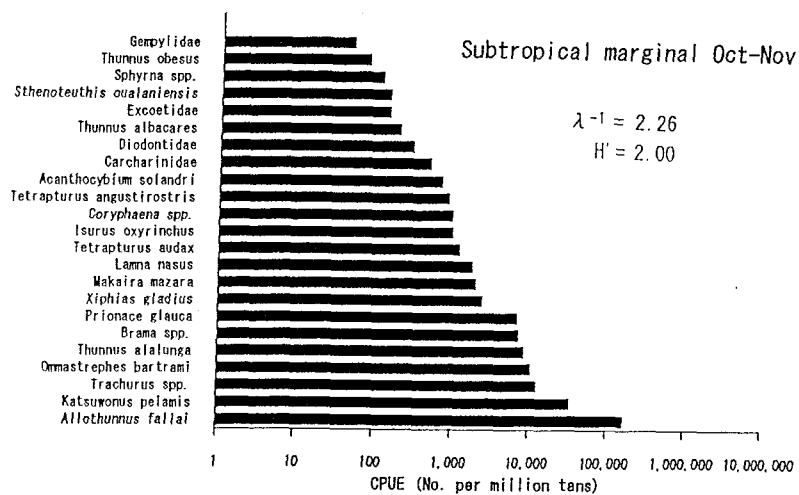


図3-8. つづき

Fig. 3-8. Continued.

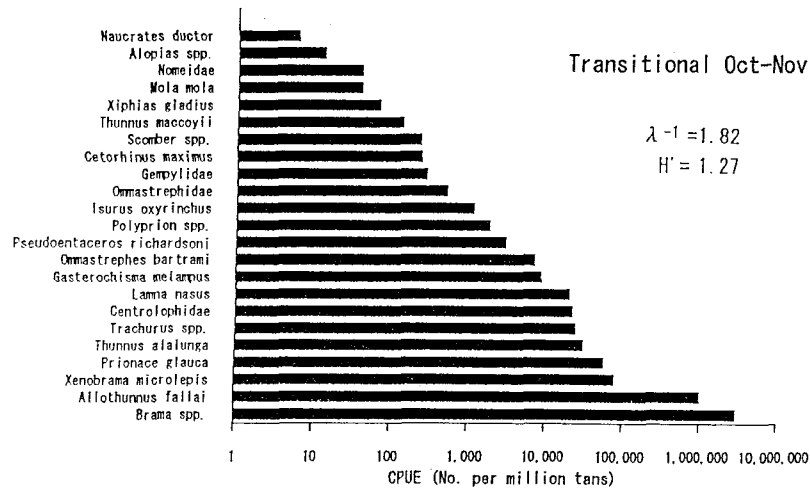
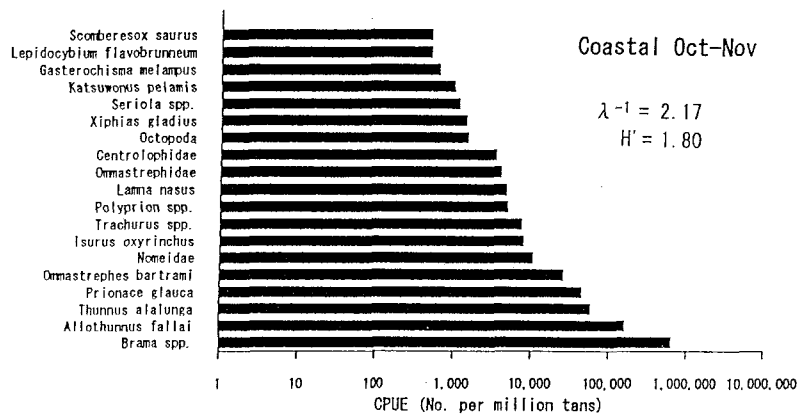
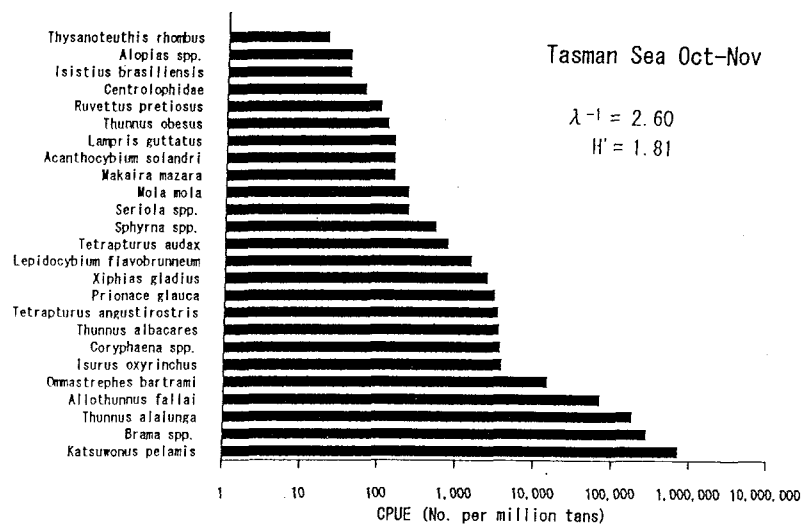


図 3-8. つづき

Fig. 3-8. Continued.

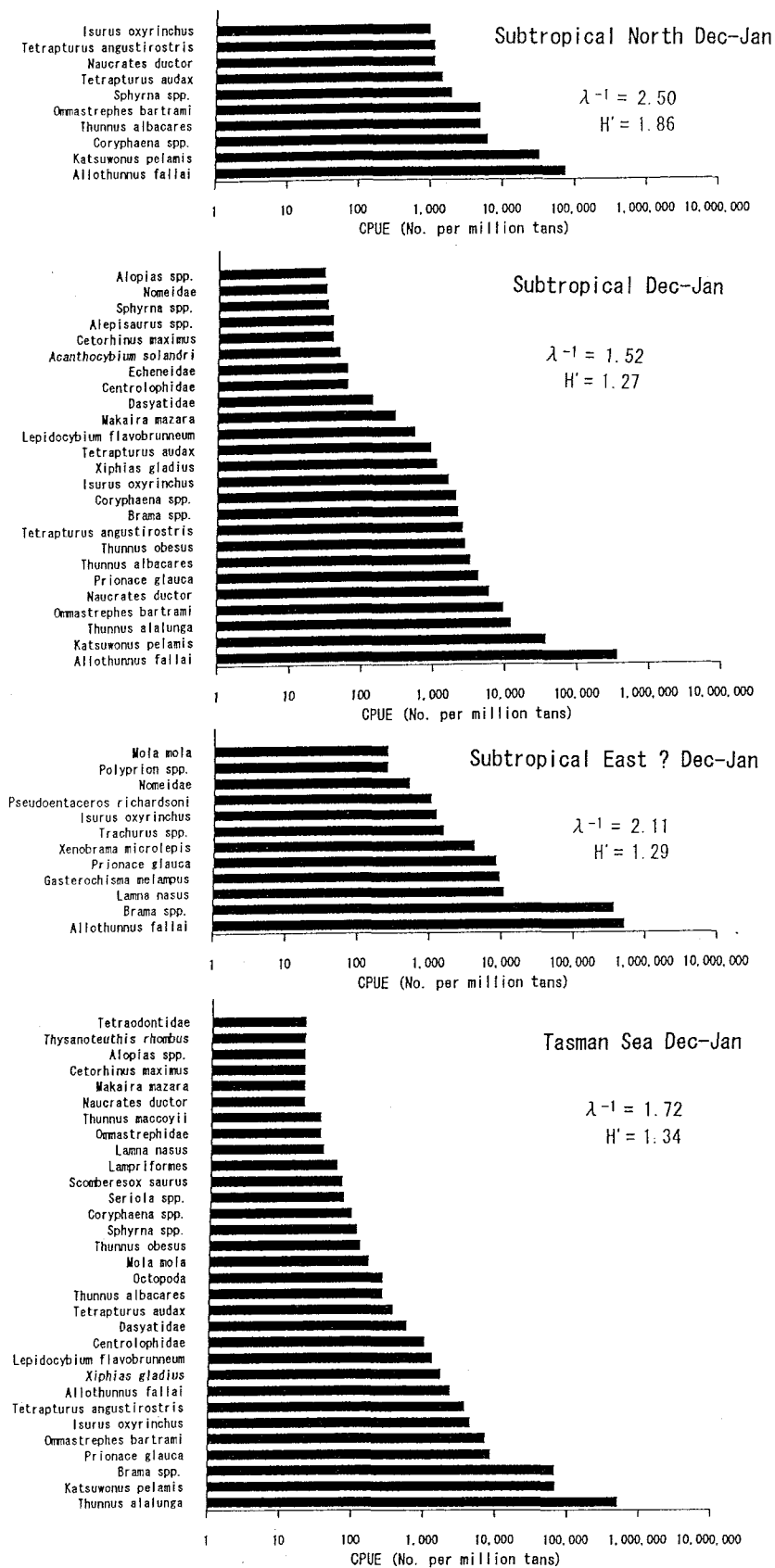


図3-9. 12~1月における地理区別の種数-CPUE関係

Fig. 3-9. Relationship between order of species and CPUE by geographic regions in December-January.

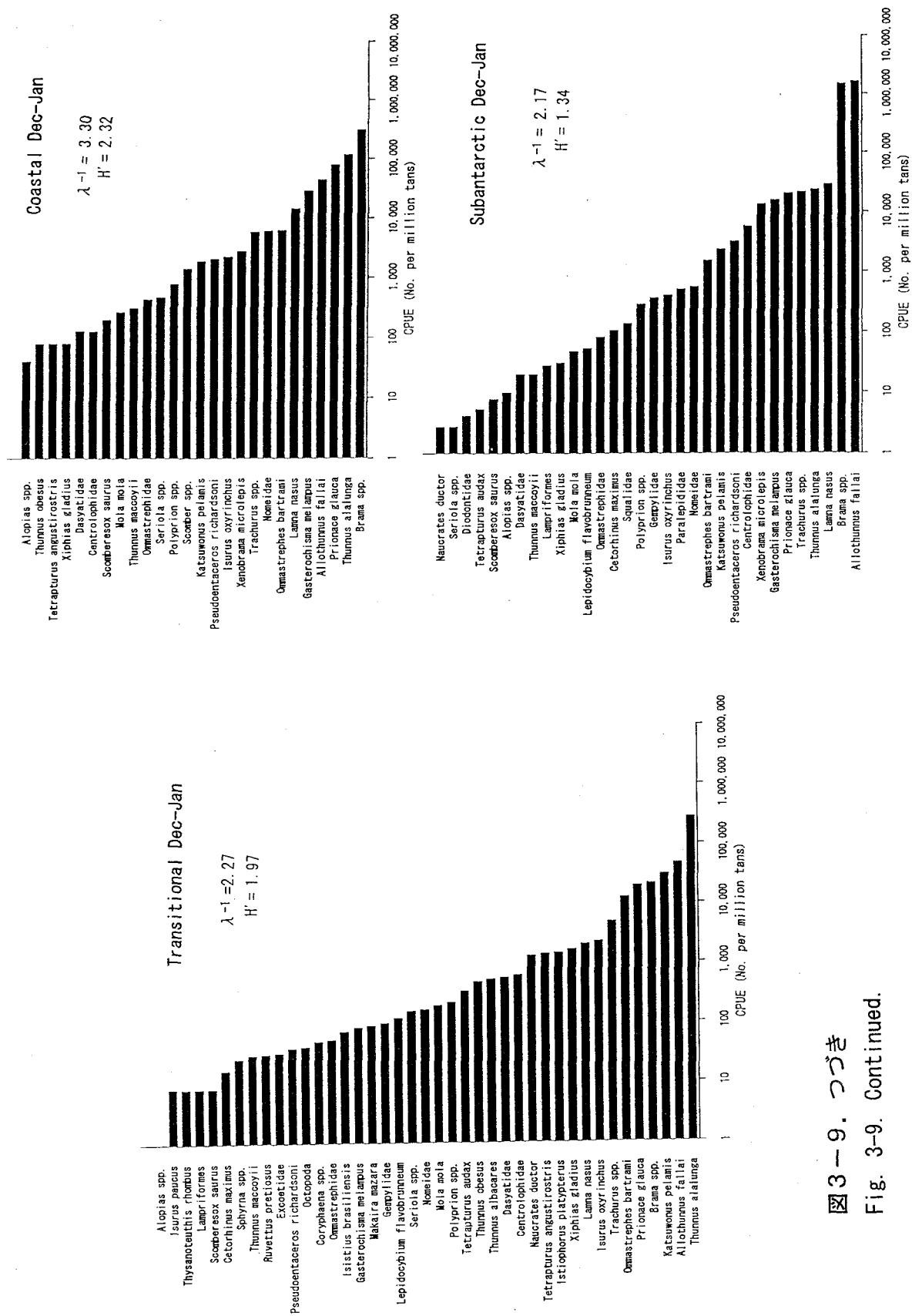


図 3-9. つづき
 Fig. 3-9. Continued.

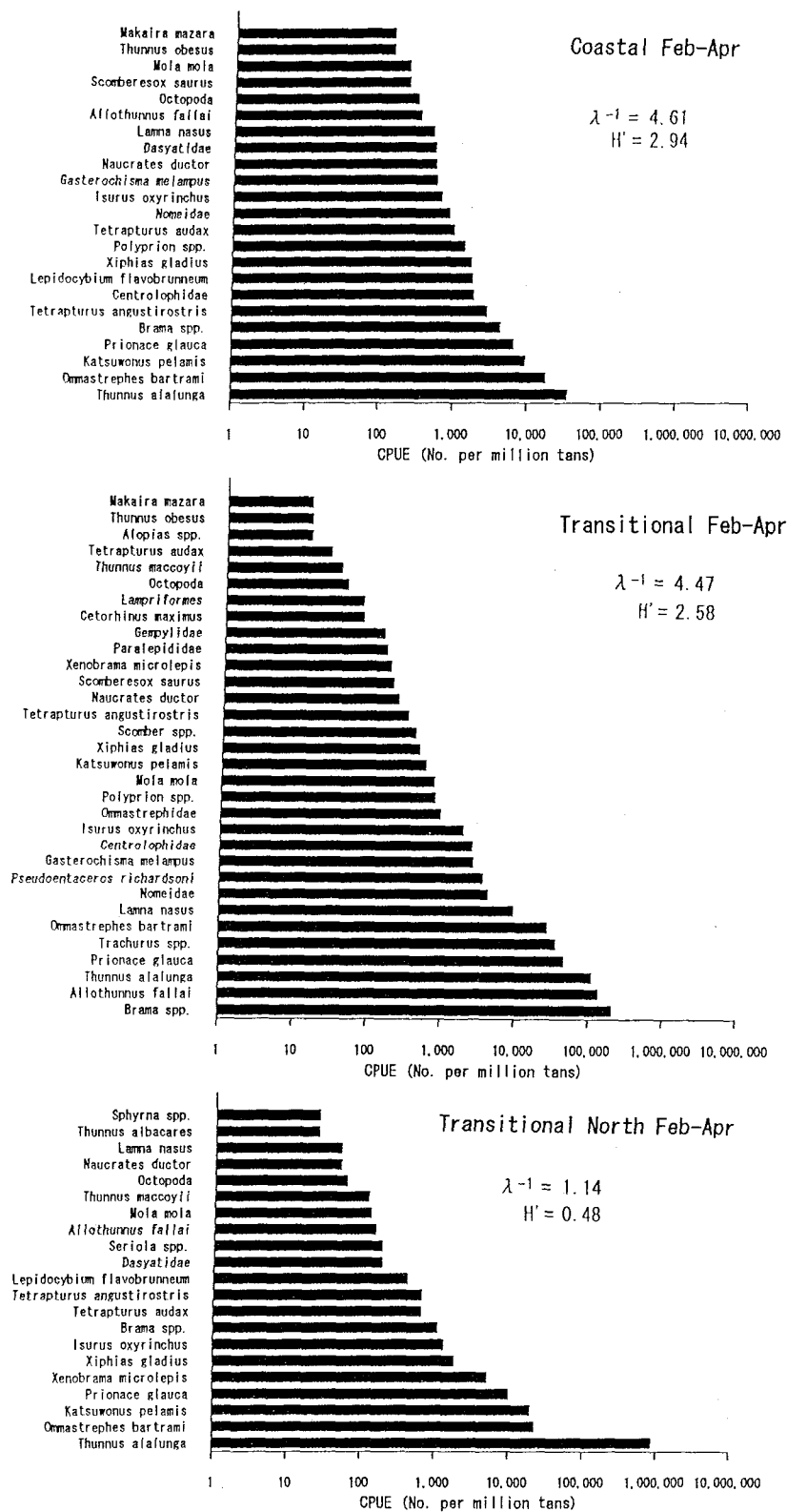


図 3-10. 2~4月における地理区別の種数-CPUE関係

Fig. 3-10. Relationship between order of species and CPUE by geographic regions in February-April.

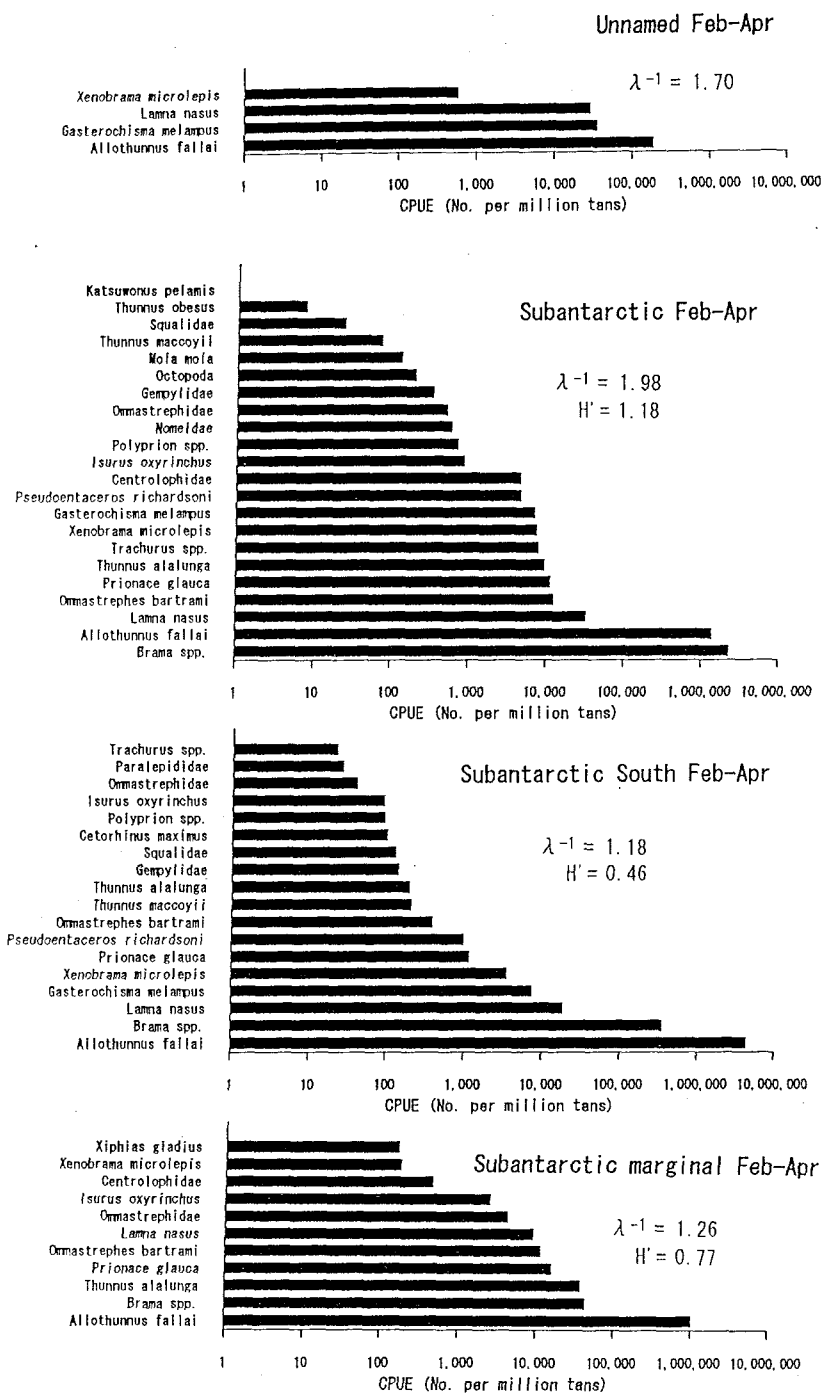


図3-10. つづき

Fig. 3-10. Continued.

第4章 アロツナスの生態的役割

4.1 アロツナスの体長組成

(1) 試験網の体長組成

1985/86年に104~216mmの5種目合各20反から構成された試験網による全44回の操業から得られたアロツナスの体長組成を図4-1に示す。尾叉長範囲は48~88cm, 72cmにモードを持つ単峰型の組成であり, 66cm以下の個体は極めて少なかった。1986/87年も同様な組成であり, 尾叉長範囲は49~89cmであった。体長測定のために無作為抽出された標本以外に, 1987年1月の45° S, 105° Wにおいて尾叉長27~28cmの個体が少数ながら採集された。アロツナスに対する網目の選択性 (Yatsu and Watanabe, 1987) により, 試験網は44~102cmのアロツナスに有効である。このため, 上記の尾叉長範囲は, 調査海域の自然の組成に近似したものと考えられる。すなわち, 大陸ないし島より200海里以遠の公海域では, 尾叉長66cm未満の小型のアロツナスは極めて少なく, アロツナスの最大尾叉長は89cm程度と推定された。

(2) 160mm目合網の体長組成

体長組成の海域差の検討には, 最もデータの多い160mm目合による組成を用いた。なお, 網目選択曲線 (Yatsu and Watanabe, 1987) によると160mm目合は尾叉長67cmのアロツナスに最高の効率を持ち, 相対効率50%は約60cmと90cmである。

10~11月の30° S線に沿った体長組成は, 東西方向でほとんど変化を示さなかった (図4-2)。雌雄とも単峰型の組成で, 雄のモードは71~72cm, 雌のモードは74~77cmと, 雌が2~5cm大型であった。

11月の115° ~120° Wに沿った体長組成は, 21° ~40° Sの間で南北変化がほとんど見られなかった (図4-3)。夏季の亜南極域における体長組成は, 50° S以南でややモードが大きく, 70cm未満の個体は極めて少ない傾向が認められた (図4-4, 5)。

12～1月のペルー海流域から亜南極域東部の体長組成（図4-6）は，以下の特徴を示した．最も大陸よりの $38^{\circ} \sim 44^{\circ} \text{S}$ で分布密度は極めて低いものの，46～85cmの広範囲な体長で明瞭なモードは見られなかった． $44^{\circ} \sim 45^{\circ} \text{S}$ の体長組成では，大陸よりで大型個体が多い傾向にあった．

(3) 論議

藁科・久田（1972）は，ニュージーランド，タスマニアおよびアフリカ周辺の亜南極域におけるミナミマグロを対象とした延縄漁業に混獲されたアロツナスの尾叉長はいずれの海域でも70～95cm（ $N=652$ ）と報告した．一方，Webb and Wolfe（1974）は，東部タスマニア沿岸で，1974年の6月に巻き網による本種の50トンと180トン各1回の大量漁獲があり，漁獲されたアロツナスの体長組成は標準体長70～91cm，モードは81cmにあったことを報告している．これらの漁獲は本調査海域に比べ陸よりであったため，沿岸域には大型の個体が分布する傾向があると考えられる．

一方，Roberts（1975）は，ニュージーランド北島沿岸で巻き網船が約20トンのカツオとともに約3トンのアロツナス若魚を漁獲したことを報告した．それによるとアロツナスの大部分は網から逃げたが，標本として持ち帰った2尾の尾叉長は28cmであった．Mori（1967）は， $25^{\circ} \sim 35^{\circ} \text{S}$ ， $92^{\circ} \sim 152^{\circ} \text{W}$ のカツオ・マグロ類の胃から，標準体長83～210mmのアロツナス幼魚を報告した．さらに，森（1972）はパラオ沖（ 5°N ， 136°E ）から得られたバショウカジキの胃内容物から，尾叉長22cmのアロツナス幼魚1尾，南西アフリカ沖（ 25°S ， 5°E ）から得られたクチナガフウライカジキの胃から推定尾叉長21cmと25cmのアロツナス幼魚2尾を記録している．また，海洋水産資源開発センターがチリ沖合で行った表中層トロールによるチリマアジの漁獲試験により，アロツナスの幼魚が2回混獲された：（1）1987年1月25日， 38°S ， 79°W ，漁獲水深18mで尾叉長32～34cmの4個体（黒岩道德氏），（2）1987年5月11日， 42°S ， 79°W ，漁獲水深150mで尾叉長44～51cmの数個体（小河道生氏）．本調査でもチリの200海里経済水域のすぐ外側の海域で若魚

の分布が見られたことから、沿岸域には大型魚に加え幼魚も相当分布すると考えられる。

4.2 アロツナスの成熟状態

本章の第2節および3節では、魚類群集の類型化（第3章）と海洋学的水塊区分（Suverdrup et al., 1947; Hofmann, 1985）に基づき、1985/86年と1986/87年の調査海域を以下の4海域に区分してアロツナスの生態的特徴を解析した（図4-7）：ペルー海流北部（Peru Current North: 84° W以東, 31° S以北），ペルー海流南部（Peru Current South: 88° W以東, 38° S以南），亜熱帯域（Subtropical: 88° W以西, 40° S以北）および亜南極域（Subantarctic: 88° W以西, 40° S以南）。

生殖腺指数（Gonadal Somatic Index: GSI）を性別、海域別に図4-8に示した。亜熱帯海域とペルー海流北部の採集月は大部分が10月と11月であり、GSIおよび完熟個体の割合とも高かった（表4-1）。一方、亜南極域とペルー海流南部ではGSIは低かった。従って、亜熱帯域とペルー海流北部は産卵場と考えられる。なお、尾叉長の海域別の平均値は、雌762～781mm、雄675～731mmであり、海域間の差は非常に少なかった（表4-1）。

アロツナスの生物学的最小型は、雄で601mm、雌で698mmであった。

稚仔魚の分布は南太平洋の20°～30° Sにおいて8～12月に見られ、体長10cm程度に達した幼魚は25°～35° Sで漁獲されたマグロ・カジキ類の胃内容物から出現する（Mori, 1967; 藁科・久田, 1972）。流し網による成魚のCPUE、生殖腺の状態および卵稚仔の分布から、アロツナスの産卵が南半球の冬～春季に亜熱帯域において行われることは明らかである。

4.3 アロツナスの食性

漁獲水域を前節（成熟状態）同様に区分し、さらに、索餌海域である亜南極域を48° S線、100° W線、110° W線で5亜区（NE, NC, NW, SC, SW）に分割して、胃内容物組成の海域差を検討した（図4-7）。

(1) 胃の状態

胃内容物の体重に対する平均重量(%)は、亜南極域で高く、ペルー海流(南北)で中庸、亜熱帯域でほとんどゼロであった(表4-1, 図4-8)。空胃個体の割合は亜熱帯域で高く、ペルー海流域は中庸、亜南極域では低かった。各餌生物分類群の出現頻度も亜南極域で高く、亜熱帯域で非常に低かった(図4-9)。従って、亜南極域とペルー海流南部はアロツナスの索餌域と考えられる。

(2) 餌生物

アロツナスの胃内容物の査定結果を豊度とともに表4-2に、各操業位置と操業毎の胃内容物をそれぞれ付図2と付表1~5に示した。ペルー海流北部では、標本数が少ないため、イカ類、魚類、端脚類の出現頻度はそれぞれ、12%、6%、6%、オキアミ類とカイアシ類は0%であったことを記すにとどめる。

オキアミ類は亜南極域で最も卓越し(1985/86年の出現頻度は41%、1986/87年は46%)、ペルー海流南部での出現頻度は16%であったが、ペルー海流北部では出現しなかった。オキアミ類の優占種は、*Euphausia vallentini*、*E. lucens* および *Thysanoessa gregaria*であり、*E. vallentini* と *T. gregaria* は、96° ~140° W の46° S以南から、*E. lucens* は96° ~140° Wの44° ~53° Sからそれぞれ得られた。

イカ類は1986/87年に調査された亜南極域東部とペルー海流南部で高い頻度で出現した(それぞれ39%と29%)。一方、1985/86年に調査した亜南極域中部での出現頻度は低く15%であった。1986/87年の優占種はアカスルメイカ(*Martialia hyadesi*)の小型個体(外套長(ML) 44~102 mm)であり、他にアカイカ科の不明種(20~102 mm ML; 通常 20~60 mm)、ツメイカ科(10~30 mm ML)およびテカギイカ科(18~35 mm ML)が見られた。アカスルメイカは44° ~48° S, 81° ~118° Wから得られた。ミナミニユウドウイカ(*Moroteuthis ingens*)とニュウドウイカ属の数種(約 11~80 mm ML)は1985/86年に調査した亜南極域中部で胃内容物中に普通に見られた。

カイアシ類は1985/86年に調査した亜南極域中部で最も優占的に出現したが（出現頻度34%），1986/87年に調査した亜南極域東部では出現順位は4位（14%），ペルー海流南部では4位（9%）であった．同定されたカイアシ類の大部分は *Neocalanus tonsus* のコペポダイト5期と成体の雌であった．

魚類は，亜南極域中部，亜南極域東部，ペルー海流南部とも出現順位は3位であり，出現頻度は順に30%，21%，10%であった．一般に胃中の魚類は消化が進み，亜熱帯域から持ち帰った標本で同定された種はオニキンメ（*Anoplogaster cornuta*）とマアジ属（*Trachurus* spp.）だけであった．ハダカイワシ科の稚魚（ca. 20～50 mm SL）が亜南極域の44°～51° S，81°～142° Wで卓越していた．

端脚類は1985/86年，1986/87年とも亜南極域で第4位の出現順位で，それぞれ28%と18%の出現頻度であったが，ペルー海流南部からは見られなかった．*Phronima* spp. は40°～46° S（および30° S，90° Wの1点）に分布していた．*Primno macropa* と *Themisto gaudichaudii* は41°～53° Sと44° S以南で *Phronima* spp. よりも普通に出現した．

（3）胃内容物組成の海域間の比較

1986/87年の胃内容物重量の面から，イカ類が亜南極域で重要性が最も高く，次いでオキアミ類，カイアシ類，魚類，端脚類の順であった（図4-10）．ペルー海流南部では，イカ類，カイアシ類の順で，オキアミ類と魚類は同率3位であり，端脚類は出現しなかった．イカ類は亜南極域よりもペルー海流南部で卓越していた（後述のNE区を除く）．一方，オキアミ類はこれと逆の傾向を示した．魚類とカイアシ類の重要性はこれらの海域間ではあまり差が見られなかった．端脚類は亜南極域で重量比で約1%に過ぎなかった．

1986/87年調査におけるペルー海流南部および亜南極域の小区分（NE，NC，NW，SC，SW；図4-1）毎の胃内容物の組成を表4-3に示した．主要餌生物（オキアミ類，カイアシ類，魚類，イカ類）の重量構成に基づく海域差を Somerton (1991) の方法により統計的に検討した．なお，NW，SC，SW間ではカイアシ類の出現が極めて少なく，DIETTESTのアルゴリズムが正常に完結しなかったため，カイアシ類を除

く3主要餌生物のデータにより統計的検討を行った。その結果、ペルー海流南部～亜南極域NE区間、亜南極域のNC-SC, NW-SC, NW-SW, SC-SW区間では差が見られず、他の海域間では危険率5%で有意差が見られた（表4-4）。

このように、餌生物組成は1986/87年のペルー海流～亜南極域内においても地域的に異なっていた。すなわち、ペルー海流南部と隣接する亜南極域北部（NE区）ではイカ類が最も卓越し、48° S以南と110° W以西（SC, SW, NW区）ではオキアミ類が多く、これらの中間海域（NC区）ではカイアシ類が卓越した。

年による差を無視できるとすると、オキアミ類の出現頻度はペルー海流南部から亜南極域中部（すなわち、1985/86年調査）に向かって増加傾向が認められた。一方、イカ類は亜南極域中部に向かい出現頻度は低下した。

これらの胃内容物組成の海域差は餌の利用しやすさ（availability）やパッチ状分布（Kawamura, 1974）に関係すると思われるが、本研究結果と環境中での餌生物の分布の対応は未解明である。

4.4 アロツナスの被食

アロツナスの捕食者を特定するため、その可能性が高いと思われる大型魚類6種（アオザメ、ネズミザメ、ヨシキリザメ、メカジキ、クロカジキ、ガストロ）について流し網に混獲された合計200個体の胃内容物を調査した。胃内容に出現した餌生物の出現頻度と関連情報を表4-5に示す。

アオザメ（*Isurus oxyrinchus*）は亜熱帯～移行帯性種であるが、夏季には亜南極域にも分布を広げる。本種の主要な餌生物は外洋性魚類で、全海域を通じて最も頻繁に出現したのはマアジ属であるが、亜熱帯域ではアロツナス（成体）の方が多く見られた。一方、亜熱帯前線以南ではマアジ属だけがアオザメの胃から出現した。捕食されたアロツナスの一部は、体表に網によると思われる傷が見られたことから、羅網後に摂食されたと考えられた。さらに、筆者は、揚網中に大型のアオザメが羅網した魚類を襲い、丸呑みにする場面を目撃した。Compagno（1985b）によると、本種の食性は魚類と中心にしながらサルパからイルカ類までと多様である。

ニシネズミザメ (*Lamna nasus*) は亜南極～移行帯性種で、亜南極域ではアロツナスとニシシマガツオに次いで多く分布する。マアジ属とイカ類が主要な胃内容物であった。アロツナスはニシネズミザメの胃中からは見られなかった。北大西洋におけるニシミズミザメは、ニシンやサバ類などの魚類とイカ類を主に捕食しており (Leim and Scott, 1966) , 本研究結果のチリマアジ主体の魚類とイカ類と合わせると、本種は浮魚とイカ類食性魚として位置付けられる。ネズミザメ属には本種の他に北太平洋固有のネズミザメが分布するが、その食性はサケ属、ミズウオ、ホッケ属、マサバ、イカ類である (田中, 1980, Compagno, 1984a) 。

ヨシキリザメ (*Prionace glauca*) は亜熱帯～移行帯性種であるが、夏季には亜南極域にも分布する広域種である。その餌生物はサルパから魚類頭足類ネクトンまでと多様であった。ヨシキリザメの胃から発見されたアロツナス (成体) は亜熱帯域だけで見られたが、アオザメの場合と同様の理由によりその大部分は羅網した個体が摂餌されたと考えられる。北太平洋におけるヨシキリザメの胃内容物はミズウオなどの魚類とイカ類が主体で甲殻類、海鳥も含まれていた (Strasburg, 1958) 。Compagno (1984b) による本種の生物学の総説でも小型魚類とイカ類を中心にかなり多様な餌をとることが示されている。

メカジキ (*Xiphias gladius*) とクロカジキ (*Makaira mazara*) も亜熱帯域でアロツナス成体を他のネクトンとともに摂食しており、メカジキの高いCPUEは10～11月の30° S, 110° ～130° W付近のアロツナスの高いCPUEにほぼ対応していた。

ガストロ (*Gasterochisma melampus*) は亜南極～移行帯性種であり、マアジ属やイカ類が主要な餌生物であったが、アロツナスは胃中から発見されなかった。

4.5 考察

(1) 回遊

アロツナスの体長組成、幼稚魚の記録、生殖腺指数などの本研究結果と文献による知見に基づき、アロツナスの回遊を模式的に図4-11にまとめた。

アロツナスの産卵は30° S付近の亜熱帯域に東西に帯状に広がっている。稚魚の出現が8～12月に限られることと、高い生殖腺指数と完熟個体が10～12月に見られることから、産卵期は南半球の冬春季が中心と考えられる。

その後30cm程度に成長した幼魚はニュージーランド沿岸やチリ沿岸へ移動すると思われるが、稚魚からこの間は採集例が極めて少なく、他のマグロ類と同様に生活史のミッシングリンクとなっている。アロツナスの幼魚が流し網では漁獲されない外洋表層域（10m以深）に分布する可能性も排除できない。しかし、アロツナス成魚が10m以浅で多獲されることに加え、若魚（8～21cm BL）の胃内容から出現した海表面に生息するウミアメンボウ類（*Halobates*）の存在により若魚期にも少なくとも一部の生活域は極めて浅海であること（Mori, 1967）から、尾叉長30cm程度の時期だけ異なった水深に生息するとは考えにくい。従って、幼魚期は比較的沿岸にだけ分布すると思われる。沿岸域から再び外洋域へ分散するのは尾叉長40cm以上に達した後と考えられるが、66cm未満の個体は外洋域では稀である。

成魚の索餌場は夏～秋季に亜南極域に形成される。Wolfe and Webb (1975)によると、アロツナスは4+年で標準体長69～75cm、5+年で76～84cm、6+年で85～90cmに成長する。外洋域に分布するアロツナスの尾叉長は66～89cmであり、生物学的最小型が雄60cm、雌70cmであることから、外洋域に進出後少なくとも3年間は季節的に索餌場と産卵場の間を南北に回遊を行うと考えられる。また、大型の成魚は沿岸域と亜南極前線以南にやや偏在する傾向がある。

(2) アロツナスの生態的地位

マグロ類やカジキ類の胃内容物から得られたアロツナスの幼魚の食性を研究したMori (1967) は、プランクトン性甲殻類が胃内容物で最も優占し、次いでプランクトン性腹足類が卓越したと報告している。Wolfe and Webb (1975) は、タスマニアから得られたアロツナス成魚の胃内容物は大部分（容積比96%）がオキアミ類の1種（*Nyctyphanes australis*）で構成されており、他にイカ類、魚類、海藻、端脚類が見られたと述べている。Olsen (1962) もまた、タスマニア産の1尾のア

ロツナスの胃からオキアミ類を報告した。カリフォルニアから得られた1尾のアロツナスは38尾のカタクチイワシ類を摂食していた (Fitch and Craig, 1964)。

これらの報告や本研究の結果と、本種の発達した鰓耙 (Nakamura and Mori, 1966) から、アロツナスがプランクトン食性であることが明らかである。しかし、本研究結果から小型イカ類やハダカイワシ科稚魚などの小型マイクロネクトンも重要な餌生物であることが判明した。特にイカ類 (主に小型アカスルメイカ) はペルー海流南部や亜南極域東部で比重が高かった。なお、小型のアカスルメイカはニュージーランド周辺では亜熱帯前線以南に分布し、特にAuckland諸島周辺に多く生息していた (Uozumi, 1991)。アロツナスによるアカスルメの捕食が南東太平洋で多かったという本研究結果は、アカスルメの分布が沿岸域に高い密度で分布することを示すものかも知れない。アロツナスの胃内容物構成にいくつかの地理区分間で相違が見られたが、餌の豊度に関する情報は現状ではほとんど得られていない。

サバ科魚類は一般に甲殻類、イカ類、魚類など多様な生物を餌とする (Collett and Nauen, 1983)。Magnusson and Heitz (1971) はサバ科魚類の鰓耙の間隔と餌に占める甲殻類の割合に負の相関を認めた。アロツナスの鰓耙には発達した2次鰓耙が存在する (Nakamura and Mori, 1966)。また、アロツナスの第1鰓弓の鰓耙数 (70~80) はサバ科魚類中最多である (Collett and Nauen, 1983)。アロツナスの鰓耙間隔は測定していないが、このようなアロツナスの鰓耙構造は小型の甲殻類の摂餌に極めて適している。

Webb and Wolfe (1974) はアロツナスが南太平洋の寒冷域において他のサバ科魚類が占めていないニッチを埋めているかも知れないとした。アロツナス以外に亜南極海域に分布するサバ科魚類には、ミナミマグロ (*Thunnus maccoyii*)、ビンナガ (*T. alalunga*) およびガストロ (*Gasterochisma melampus*) がある (第2章, 第3章)。ミナミマグロとビンナガは延縄や曳縄で商業的に漁獲されており、ガストロは延縄で試験操業が行われている (矢野ほか, 1993)。南大洋における日本の延縄漁業でアロツナスの混獲は極めて希であることから、アロツナスの食性が他のマグロ類とは異なることを藁科・久田 (1972) は示唆している。マグ

口類の餌生物は普通約1~10cmのマイクロネクトンである (Sund et al., 1981) . しかし、大きい生物量を持つオキアミ類と中層性魚類 (ハダカイワシ科, ヨコエソ科) は、カツオによるウキエソ属 (*Vinciguerra*) とオキアミ類の捕食を除き、マグロ類にはほとんど消費されていない (Sund et al., 1981) . カイアシ類は亜南極域ではオキアミ類にとってかわり、莫大な生物量を有することが知られている (Kawamura, 1974, 1980; Vinogradov et al., 1990) . 従って、アロツナスが亜南極域でオキアミ類やカイアシ類を摂食するという本研究結果から、アロツナスが他のマグロ類の占めていない生態的地位を埋めているという Webb and Wolfe (1974) の仮説を受け入れることができる.

表4-1. 海域別年別のアロツナスの外套長, 生殖腺の状態, 生殖腺指数 (GSI), 空胃率および体重に対する胃内容物重量 (SCW/BW, %) 胃内容物重量の計算には空胃のデータも含めた。

Table 4-1. Fork length, percentage of specimens by gonad condition, GSI, percentage of empty stomach and stomach content weight per body weight (SCW/BW in percent) of slender tuna by area, year and sex.

Area	Year	Sex	n	Fork length (mm)			Gonad condition (%)			GSI		Empty stomach (%)		SCW/BW*	
				Range	Mean	SD	Immature	Maturing	Mature	Spent	Mean	SD	Mean	SD	Mean
Subtropical	1985/86	Female	321	690-881	781	36	0	37	48	15	6.71	2.86	87	0.004	0.038
		Male	296	632-820	731	26	2	7	90	1	4.80	1.95	83	0.015	0.123
Subtropical	1986/87	Female	257	707-896	781	37	0	35	54	11	8.14	2.70	77	0.006	0.081
		Male	253	650-838	725	28	0	0	99	1	5.50	1.92	70	0.003	0.019
Peru Current	North	Female	11	698-893	798	53	0	82	9	9	4.92	2.14	82	0.025	0.056
		Male	6	612-812	721	64	17	0	83	0	4.29	1.76	33	0.572	1.088
Peru Current	South	Female	62	494-879	762	106	21	18	0	61	1.09	0.97	50	0.326	0.601
		Male	29	463-787	675	99	66	0	28	7	0.61	1.03	48	0.212	0.401
		Unsexed	2	491-505	498	10	100	0	0	0	0.01	0.01	0	1.566	0.559
Subantarctic	1986/87	Female	269	532-883	771	55	13	4	0	84	0.93	0.90	25	0.459	0.703
		Male	229	533-807	726	43	78	0	21	0	0.55	0.77	27	0.481	0.774
		Unsexed	2	517-542	530	18	100	0	0	0	0.01	0.00	50	0.025	0.035
Subantarctic	1985/86	Female	242	503-873	765	60	13	5	0	81	0.93	0.59	36	0.560	0.908
		Male	278	511-794	721	36	85	2	4	9	0.38	0.70	29	0.711	1.002

* Values of empty stomachs were included in calculating mean and standard deviations of SCW/BW.

表 4-2. アロツナスの胃から出現した生物と概略的豊度

Table 4-2. List of taxa collected from stomachs of slender tuna, with approximate abundance in the diets.

Taxa	Abundance
Mollusca	
Gastropoda	
Atlantidae	
<i>Oxygyrus</i> sp.	rr
Cephalopoda	
Ommastrephidae	c
<i>Martialia hyadesi</i>	c
Onychoteuthidae	c
<i>Moroteuthis ingens</i>	c
<i>M.</i> spp.	c
Gonatidae	c
Brachioteuthidae	
<i>Brachioteuthis picta</i>	r
Cranchiidae	c
<i>Teuthowenia pellucida</i>	r
Crustacea	
Copepoda	
<i>Neocalanus tonsus</i>	cc
<i>Euchirella rostrata</i>	r
<i>Pleuromamma</i> sp.	rr
<i>Euchaeta</i> sp.	rr
Amphipoda	
<i>Lanceola</i> spp.	r
<i>Themisto gaudicahudii</i>	cc
<i>Phronima</i> spp.	r
<i>Phrosina</i> spp.	r
<i>Primno macropa</i>	cc
<i>Brachyscelus</i> ?	r
Euphausiacea	
<i>Euphausia vallentini</i>	cc
<i>E. lucens</i>	cc
<i>E. similis</i> var. <i>armata</i>	r
<i>E. longirostris</i>	r
<i>E.</i> spp.	r
<i>Thysanoessa gregaria</i>	cc
<i>T.</i> spp.	c
<i>Nematoscelis megalops</i>	r
<i>N.</i> spp.	r
<i>Stylocheiron maximum</i>	c
<i>S.</i> spp.	c
Chaetognatha	
Sagittioidea	c
Tunicata	
Thaliacea	c
Vertebrata	
Osteichthyes	
Bathylagidae	r
Paralepididae	r
<i>Arctozenus risso</i>	rr
<i>Lestidium</i> sp.	rr
<i>Paralepis</i> sp.	rr
Anotopteridae ?	rr
Myctophidae	c
<i>Anoplogaster cornuta</i>	rr
<i>Trachurus</i> sp.	rr
Gempylidae	r
Aves	
Unidentified bird feather	rr

cc: very common, c: common, r: rare, rr: very rare.

表 4-4. アロツナスの胃内容物重量に基づく海域差の無作為化検定の確率レベル
詳細は本文。

Table 4-4. Probability levels associated with randomization tests of difference in gravimetric diet composition of slender tuna, by area For details, see text.

	Peru C.	Subantarctic			
	South	NE	NC	NW	SC
NE	0.178	-			
NC	0.000 *	0.000 *	-		
NW	0.000 *	0.000 *	0.002 *	-	
SC	0.000 *	0.000 *	0.382	0.082 #	-
SW	0.000 *	0.000 *	0.005 *	0.118 #	0.102 #

* $P < 0.05$ # tests excluding copepods, $P > 0.05$

表4-5. 流し網で漁獲された大型捕食者の胃内容物の出現頻度

Table 4-5. Frequency of occurrence of food items in diets of large predatory fishes by latitude.

	<i>Isurus</i>		<i>Lamna</i>		<i>Prionace</i>		<i>Xiphias</i>		<i>Makaira</i>		<i>Gastero-</i>	
	<i>oxyrinchus</i>		<i>nasus</i>		<i>glauca</i>		<i>gladius</i>		<i>mazara</i>		<i>chisma</i>	<i>melampus</i>
Collected latitude (S)	23-31	38-45	30	38-55	23-31	38-46	23-31	23-31	23-31		40-47	
No. of stomachs examined	31	4	1	63	27	33	19	4	4		18	
No. of empty stomachs	15	1	1	6	11	7	4	1	1		1	
Precaudal length (cm)					98-215	85-205						
Body weight (kg)	3-267		108	8-138			26-225	150-282			5-130	
Food item												
Thaliacea					2							
Omastrephidae				1								
<i>Omastrephes bartramii</i>							1					
<i>Ocythoe tuberculata</i>					1							
Unidentified cephalopoda	1			24		12	8				6	
<i>Isistius brasiliensis</i>							1					
Paralepididae				3			2					
<i>Alepisaurus</i> sp.					1	2						
<i>Scomberesox saurus</i>											1	
<i>Trachurus</i> spp.	4	6		56		9	1				9	
Bramidae				1			1					
Scombridae										2		
<i>Allothunnus fallai</i>	8				3		1			1		
Centrolophidae				1			1					
Unidentified fishes	5			7	1	6	5				5	
Miscellaneous					5	4	1				2	

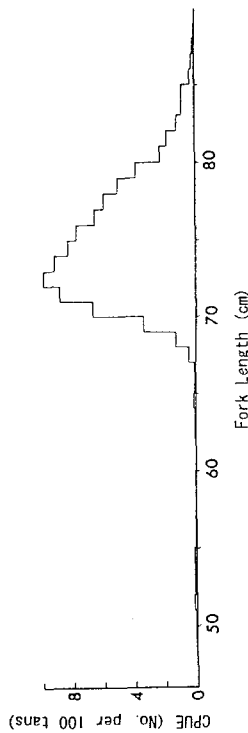


図4-1. 1985/86年のアロツナス調査における104~216mmの5種目各20反による44回の操業で捕獲されたアロツナスの体長組成

Fig. 4-1. Length frequency of slender tuna obtained from 44 fishing operations of research driftnets composed of each 20 tans of 5 mesh sizes of 104-216 mm in the 1985/86 Allotunnus survey.

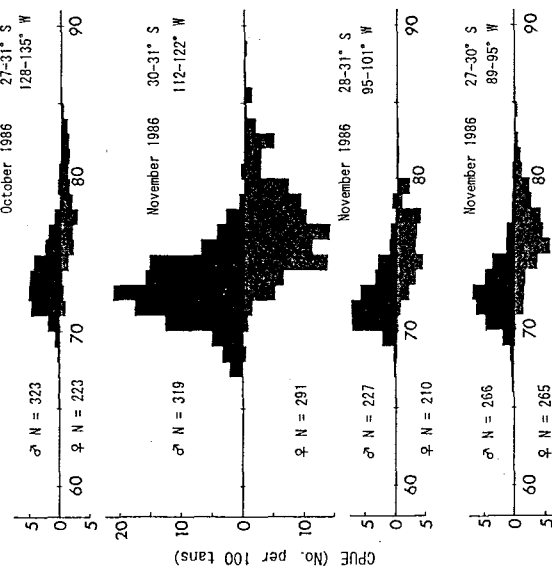


図4-2. 1986年10~11月, 160mm目合による30° S線付近のアロツナスの体長組成
Fig. 4-2. Length frequency of slender tuna caught by 160mm meshed driftnets along ca. 30° S latitude in October-November 1986.

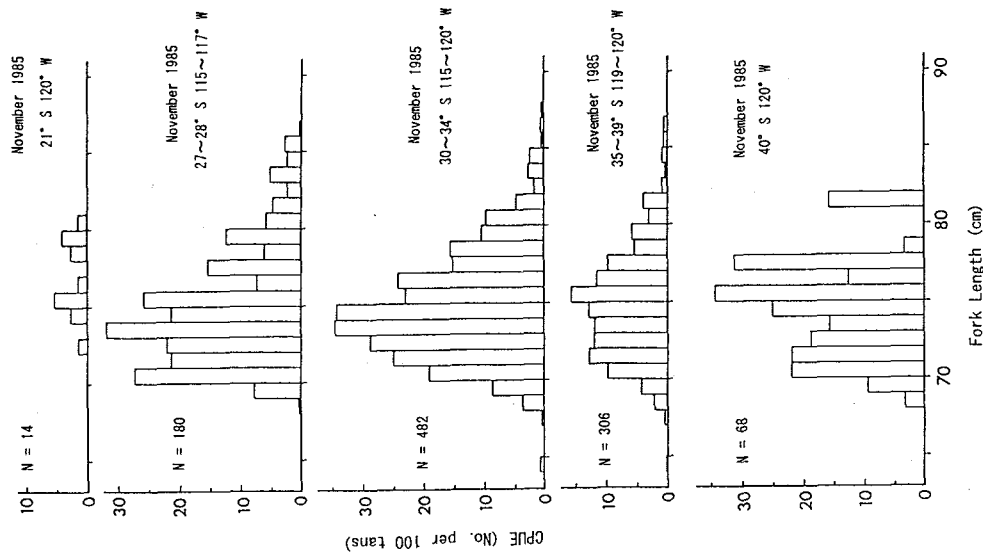


図4-3. 1985年11月, 160mm目合による115° ~120° W線のアロツナスの体長組成
Fig. 4-3. Length frequency of slender tuna caught by 160mm meshed driftnets along 115° -120° W longitudes in November 1985.

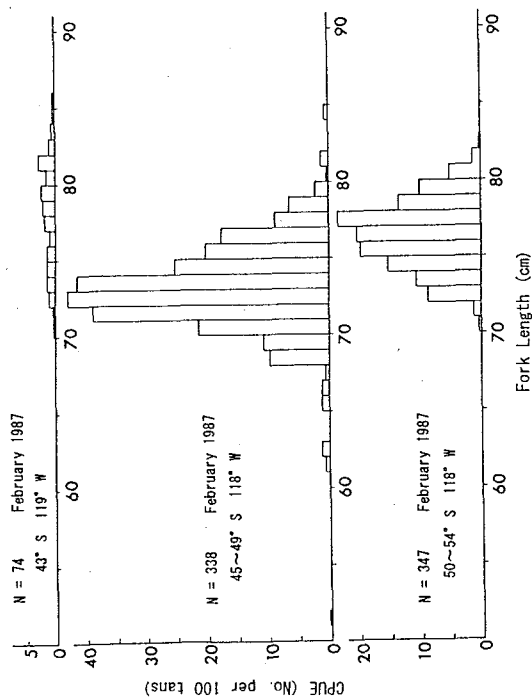


図4-4. 1987年2月, 160mm目合による118° ~119° W線のアロツナスの体長組成
Fig. 4-4. Length frequency of slender tuna caught by 160mm meshed driftnets along 118° -119° W longitudes in February 1987.

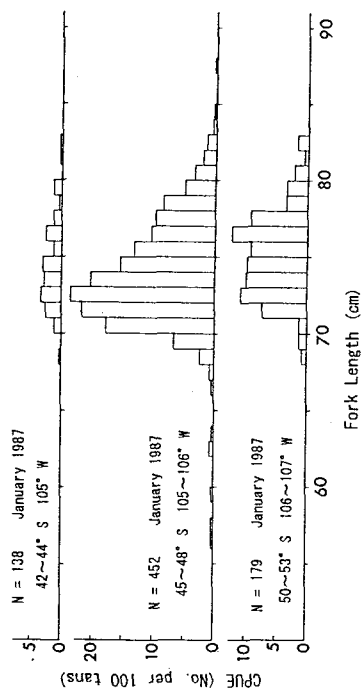


図4-5. 1987年1月, 160mm目合の流し網による105° ~107° W線のアロツナスの体長組成

Fig. 4-5. Length frequency of slender tuna caught by 160mm meshed driftnets along 105° -107° W longitudes in January 1987.

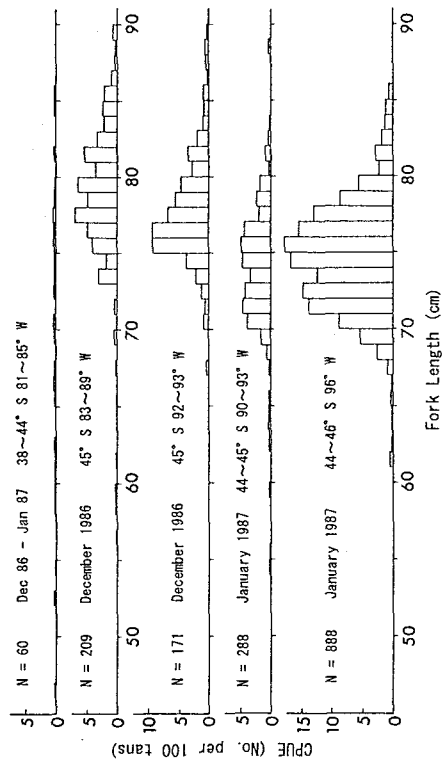


図4-6. 1986年12月~87年1月, 160mm目合の流し網によるチリ沖合のアロツナスの体長組成

Fig. 4-6. Length frequency of slender tuna caught by 160mm meshed driftnets off Chile during December 1986 - January 1987.

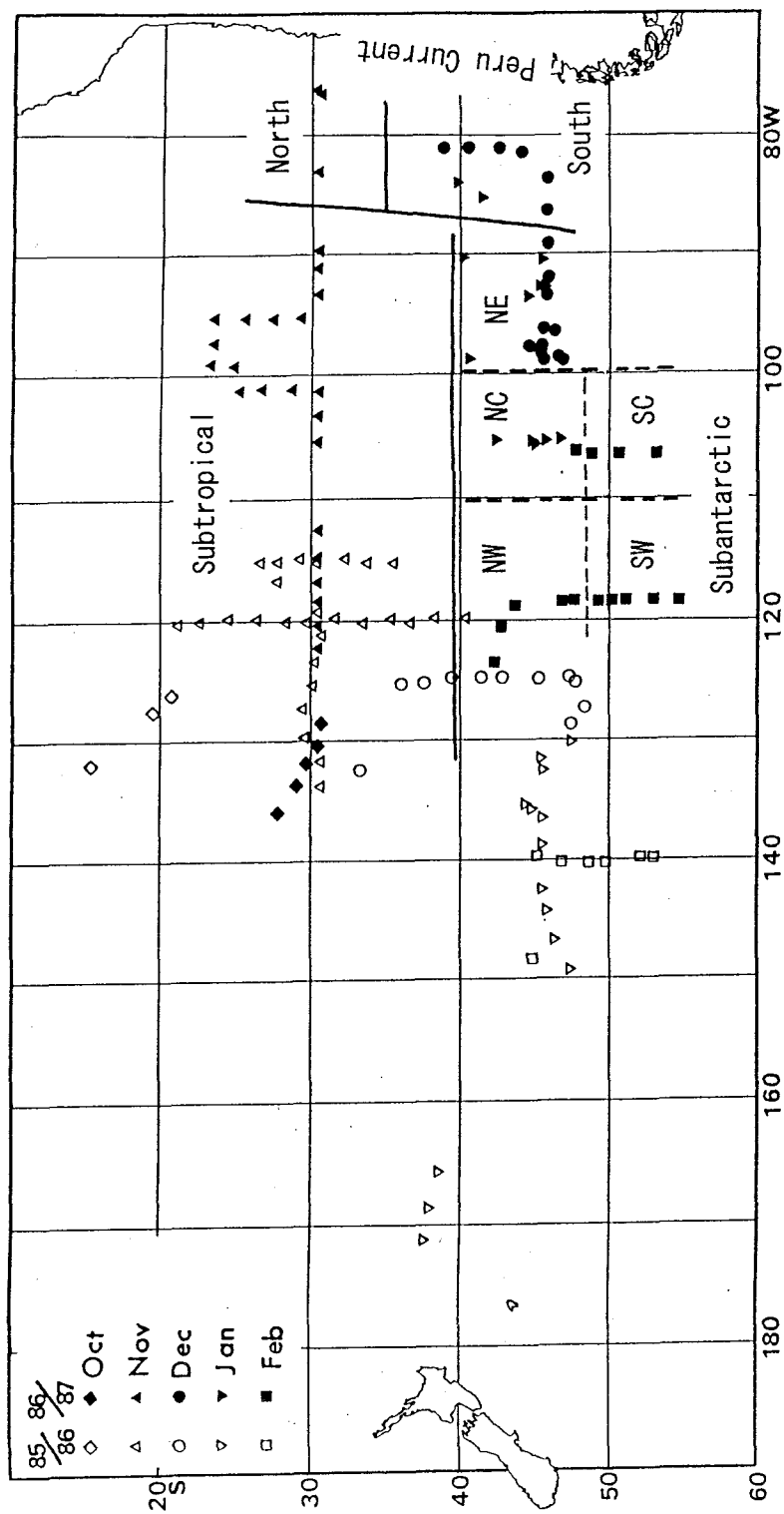


図4-7. 1985/86年と1986/87年のアロツナス調査操業海域と海洋学的区分
 Fig. 4-7. Locations of driftnet fishing and oceanographic regions in the Allothunnus survey in 1985/86 and 1986/87.

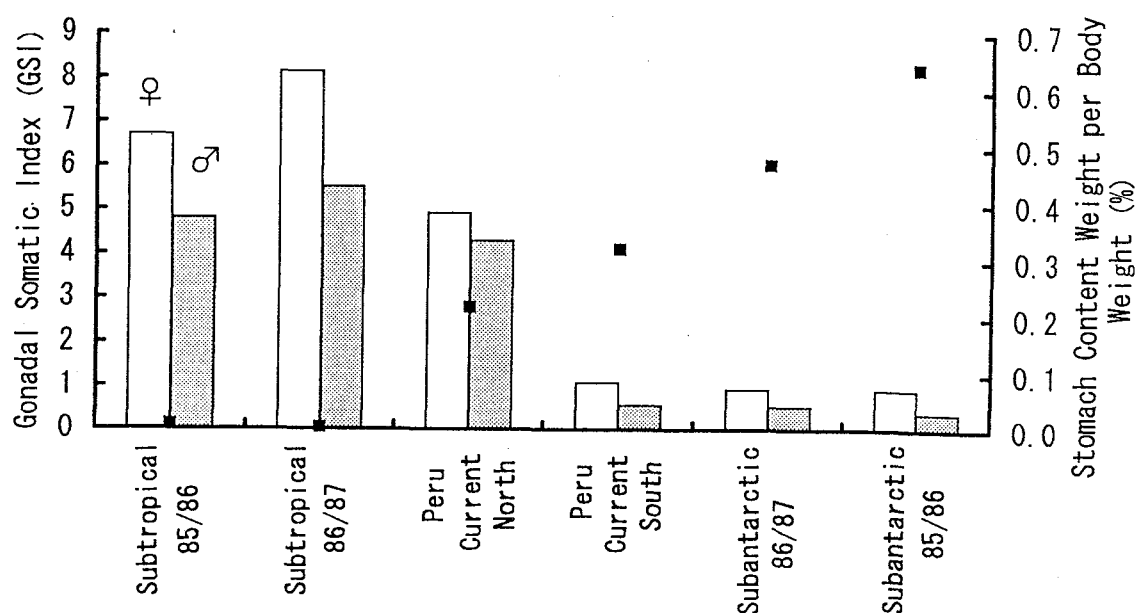


図 4-8. 1985/86年と1986/87年の調査で得られたアロツナスの海域別年別の生殖腺指数（縦棒，♀は白抜き，♂は網掛け）および体重に対する平均胃内容物重量比（正方形の点）

Fig. 4-8. Mean gonad somatic index (bars) and mean diet weight per body weight (%; solid squares) of slender tuna by area in 1985/86 and 1986/87. ♀: hollow bars, ♂: shaded bars.

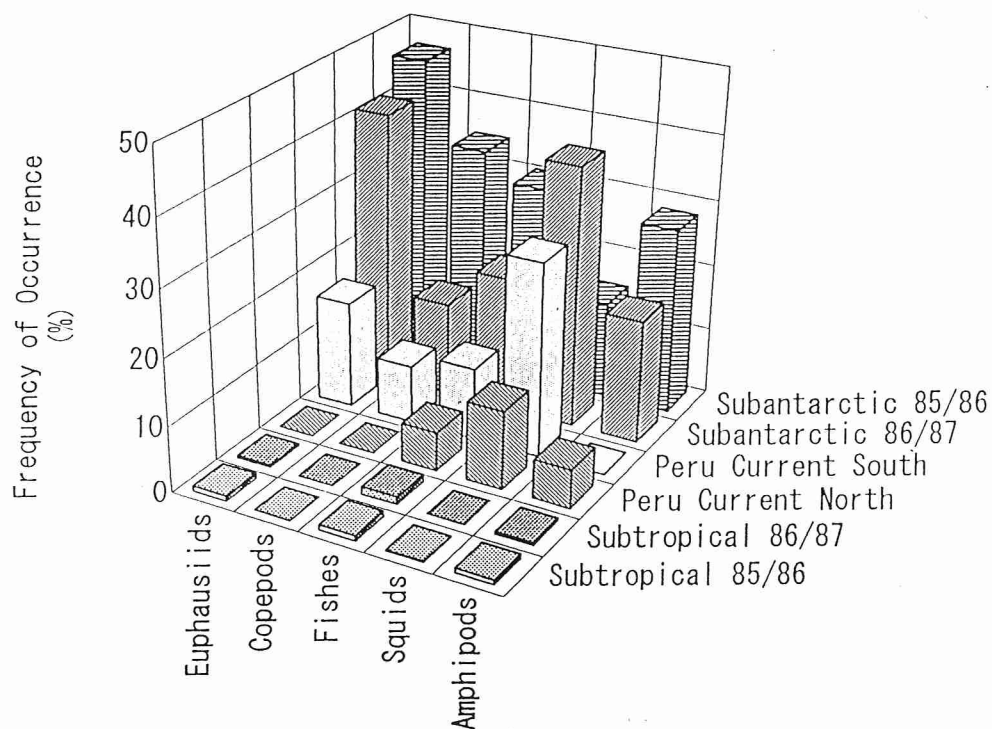


図4-9. 1985/86年と1986/87年の調査で得られたアロツナスの主要餌生物の海域別年別出現頻度

Fig. 4-9. Frequency of occurrence of major diets of slender tuna by area in 1985/86 and 1986/87.

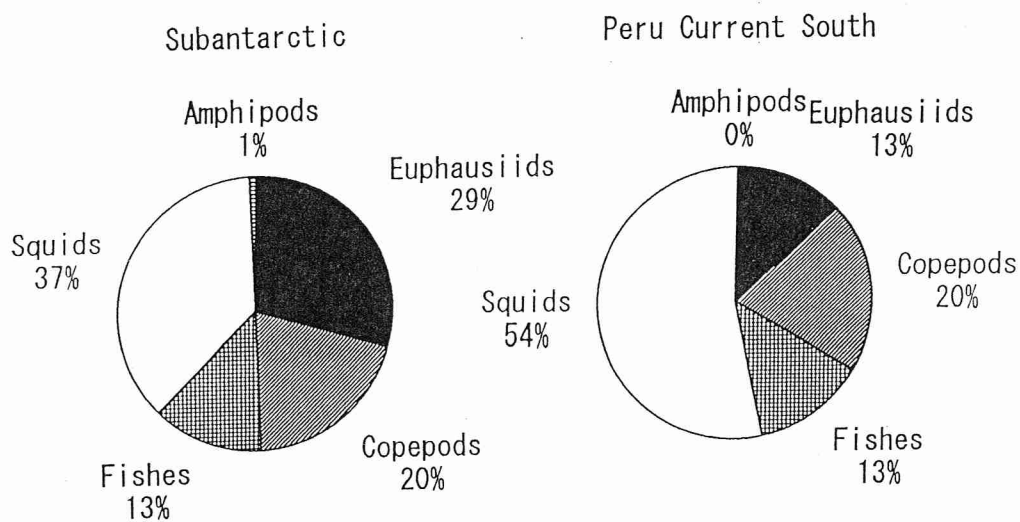


図4-10. 1986/87年の調査で得られたアロツナスの主要餌生物の海域別重量比構成

Fig. 4-10. Gravimetric diet composition of slender tuna by area in 1986/87.

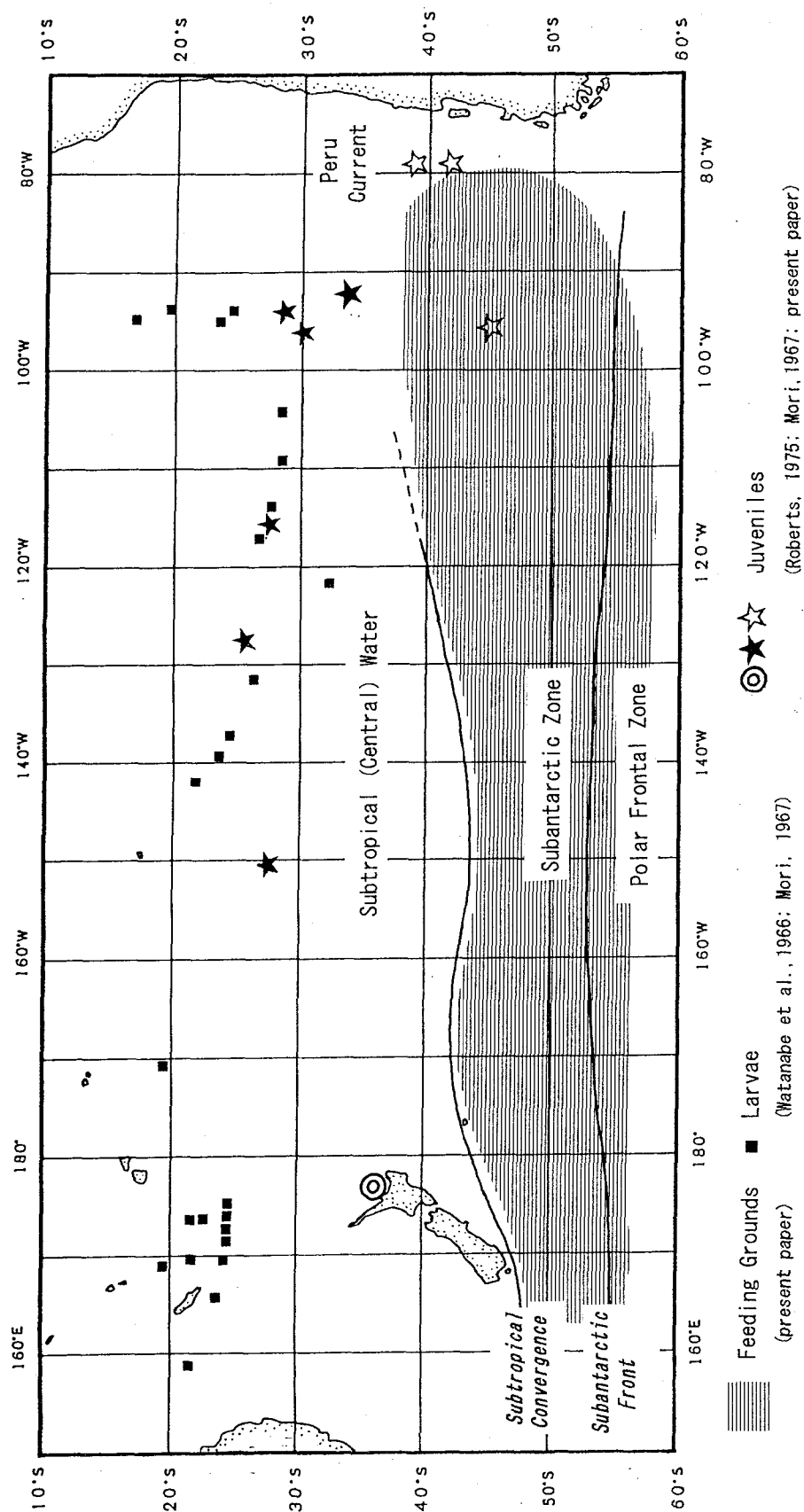


図4-11. アロツナスの南太平洋における回遊と海洋学的特徴 (模式図)
 Fig. 4-11. Schematic expression of life history and migration of slender tuna and oceanographic features in the South Pacific.

第5章 総合考察

5.1 外洋性ネクトンとプランクトンの分布

表層性と中層性生物は緯度的なバリアーにより分布が制限され、中層性および底層性生物は南北両半球にまたがるコスモポリタン分布を示す傾向にある (van Soest, 1979) . McGowan (1986) は大型動物プランクトンでは高次分類群にわたり共通な分布パターンが見られ、それは太平洋の主要な海流系に対応すると述べている。海産哺乳類、魚類および強力な遊泳力を持つアカイカ科といったネクトンも基本的にプランクトンと類似した分布パターンを示す。このため各水塊には独自の生態系が発達すると考えられ、移動する媒体中での進化は、安定的で際立った差のある大規模な水塊構造の中だけで可能であるとされる (McGowan, 1986) .

McGowan (1974) は、南北太平洋の甲殻類から魚類の各種分類群に共通な基本的分布パターンとして、(1) 亜寒帯-亜南極域、(2) 南北移行域、(3) 南北中央域、(4) 赤道域、(5) 東部太平洋域、(6) 暖海性コスモポリタン、(7) 南大洋 (南極) 域、および小数であるが (8) カリフォルニア-フンボルト海流域を挙げている。谷津・中野 (in press) は、これらと外洋表層性ネクトンの分布を比較した結果、(3) ~ (7) は共通に見られたが、(1) と (2) については若干異なっていることを指摘した。すなわち、(1) 外洋表層性魚類では亜寒帯と亜南極に共通種は見られないが、亜寒帯と亜南極は各々明確なパターンである、(2) 南北移行帯に固有の分布パターンはプランクトンやハダカイワシ類では見られるが (Reid et al., 1976; Parin, 1984) , 外洋表層性ネクトンでは見られない。さらに、谷津・中野 (in press) は、南北両極域の表中層に分布するミスウオダマシ (*Anotopterus pharao*) の例外はあるものの、この相違の原因は対象分類群の生態的相違 (遊泳能力など) や分類の進展度にあると考えている。

第3章で明らかにしたように、ネクトンにとっての移行域は海洋学的には亜熱帯前線域にほぼ対応し、亜南極性および亜熱帯性種の分布が重なる水域 (ecotone) である。プランクトンやマイクロネクトン (例えばオキアミ類の *Thysanoessa*

gregaria やハダカイワシ科の *Symbolophorus californiense*) のように移行域に固有種が見られる訳ではない。第2章で述べた移行帯性種は流し網で漁獲された主に成魚の分布に基づくものであり、例えばチリマアジの分布は移行域にほぼ限定されるように見えるが、本種の回遊は生活史全体を通じると亜熱帯域から移行帯にまたがる。なお、亜熱帯前線付近は、1次生産が高いことも観察されており (El-Ssayed, 1970) , 魚類や海鳥類にとって特異なハビタットと考えられている (Lutjeharms, 1990) 。

5.2 外洋表層性ネクトンの季節回遊

Vinogradov (1968) は、寒海のプロクトン組成とその垂直分布は季節的に変化し、プロクトン食性魚の行動は餌生物の時空間的变化に密接に関係することを指摘した。一方、全外洋表層性ネクトン (holoepipelagic nekton) は両半球の高緯度域では一時的表層魚により置換されている (Parin, 1984) 。 van der Spoel and Heyman (1983) が水塊により表層域を区分したのもこのためと思われる。寒帯および亜寒帯の外洋表層性ネクトンが一時的である理由は、高緯度域において動物プロクトンのバイオマス分布のピークが夏季に表層、冬季には深層へと季節的に移動すること、すなわち、索餌環境の季節変動性にあると考えられる。

高緯度域の表層性ネクトンは (1) 亜熱帯表層性ネクトン、(2) 極域の海洋構造により中層との関係が深いグループ (ミズウオダマシやノトテニア亜目の一部) および (3) サケ科のような沿岸と密接な関係を持つグループから構成される。Vinogradov (1968) の指摘に加え、寒帯と亜寒帯に全外洋表層性動物が見られないことについて、van der Spoel and Heyman (1983:137) は次のように述べている。

「浮漂性のファウナ (pleuston) は、南北亜熱帯前線の間の暖海に限られ、... 熱帯～亜熱帯の海では水温躍層は表層 (透光層; 約200m) の下限またはそれ以深に存在する。緯度約40度から極よりの寒海においては、冬季には水温躍層が見られず、春季と夏季には水深50～150mに躍層が見られる。この季節差は

動物地理学的にも大きな影響を与える．．．．寒海の夏季の水温躍層以浅には特別な生産力を持つ生態系が発達する¹⁾．．．．高緯度の表層域は夏季の表層生物小圏 (biotope) が形成され、そこは冬季には見られない分類群により占められる。それらの多くは低緯度域からの一時的進入者である。また、亜熱帯域は小型プランクトンが周年分布することから稚仔の生育に好適と思われる。」

ネクトンがプランクトンと異なるのはバリアーを乗り越える能力である。外洋表層性ネクトンには高度回遊を行なうことにより、季節的に生産力の高い索餌域（北太平洋では夏季の移行領域と亜寒帯域、南太平洋では亜南極海域と南極域）を利用可能にした種が多い。代表的なものは、ヨシキリザメ、シマガツオとニシシマガツオ、サンマとクチナガサンマ、アカイカおよびアロツナスである。亜熱帯性のネクトンが夏季に亜寒帯域の高い生産力を利用する現象については、北太平洋において多くの研究がなされてきた（河野, 1987; 三島, 1981; 島崎, 1992; 谷口, 1981; 小谷, 1992）。それらの研究結果は次のように要約できる。

亜寒帯では温暖期には高い2次生産がある半面、冬季にはほとんど無くなるのに対し、亜熱帯域では低いが安定した生産が周年持続され、極前線付近（移行領域）は中間的性格である（谷口, 1981）。このため、亜熱帯性のネクトンは夏季に魅力的な極前線以北へ索餌回遊を行なう。この北上は、プランクトン食性の小型魚類（サンマ、マイワシ）に始まり、魚食性の大型ネクトン（シマガツオ、アカイカ、ピンナガ）へと続く（三島, 1981; 河野, 1987; 島崎, 1992）。同様な傾向は魚類や頭足類だけでなく、海鳥類や海産哺乳類にもあてはまる（Ogi, 1984; Yatsu *et al.*, 1993）。また、亜寒帯性であるサケ属魚類のうち、亜寒帯域南部でこれら亜熱帯性ネクトンと分布が重複するプランクトン食性のシロザケには競合関係をもたらし、魚類頭足類のギンザケには餌生物を供給する（島崎,

¹⁾小谷 (1992) や Smith and Schnack-Scheil (1990) によると、春季から夏季に植物プランクトンの大増殖が起こり、これに合わせるように *Neocalanus plumchurus* などの植物食性または小型動物プランクトン食性のカイアシ類の幼生が表層に出現し、秋季には多量の脂質を蓄積して深層へ移動して越冬する。端脚類は冬季にも表層に留まるが、動物プランクトンのバイオマスの季節変動は約20倍に達する (Frost, 1983)。

1992) . このように、北太平洋の亜寒帯域と移行領域はネクトンにとって季節的な戦略的領域であると同時にダイナミックな生態系を形成する。

一方、南太平洋外洋域の生物学的調査は1960年代までは充分に行なわれていなかった (Parin, 1967) . その後、生産力や動物プランクトンの広範囲な調査により、動物プランクトン現存量は南太平洋中央水 (亜熱帯域) では著しく低い、ニュージーランド東岸沖やペルー海流域は南極域に匹敵すること (Reid, 1962; Knox, 1970) , 亜熱帯前線域では有光層のクロロフィル a と ^{14}C 取り込み速度が南極域に匹敵すること (El-Sayed, 1970) などが明らかとなった。

南大洋でも、表層と有光層全体のクロロフィル a と ^{14}C の取り込み速度は、夏季に最高で冬季に最低である (El-Sayed, 1970) . 表層域の2次生産者である動物プランクトンの現存量は亜熱帯域で季節変動が少ないが、亜南極および南極域ではプランクトンの垂直移動との関係で季節的に大変動²する (Vinogradov, 1968) . その原因は、動物プランクトンの主体であるカイアシ類 (主要種は亜南極域では *Neocalanus tonsus*, 南極域では *Calanus acutus*) が夏季には表層、冬期には中層へと個体発生に伴う回遊を行なうためである (Vinogradov, 1968; Smith and Schnack-Scheil, 1990) . さらに、南極域ではヤムシの1種 (*Sagitta gazellae*) やナンキョクオキアミ (*Euphausia superba*) も夏季に表層、冬季に中層に分布する (Bary, 1970) . 従って、動物プランクトン食性の生物にとって冬季には南大洋表層域の餌料環境は著しく悪化する。このように、南大洋の外洋表層域の生物生産も北太平洋亜寒帯域のそれと同一な季節変動を示す。

本研究により明らかとなったアロツナスやニシシマガツオなどが夏季に低水温域 (すなわち亜南極域) に積極的に回遊する現象は、この外洋表層域の生物生産の特徴に対応したものと考えられる。しかし、全外洋表層性魚類が亜南極域には分布するのに、南極海域までにはほとんど達することはない (Kock, 1992) . その理由は、低温による高い海水粘度により高速遊泳には不適切である (Eastman and Grande, 1989) とも考えられるが、今後に残された課題である。

² 亜南極域の表層 (0~250m) の動物プランクトン量 (g/m^2) は、春10.6, 夏11.3, 秋5.0, 冬4.3である (Foxton, 1956, fide Vinogradov, 1968: 72) .

1980年代の南東太平洋において、年間130～370万トンの漁獲があげられたチリマアジの生態については、本研究では流し網の網目が過大であったため、十分な検討が加えられなかった。そこで、チリマアジの季節回遊をVinogradov et al. (1990) に基づいてまとめた：「亜熱帯前線とその北側の亜熱帯域では小型の動物プランクトンがあまり季節変化を示さず比較的豊富に分布するため、小型のチリマアジに適しており、大型マアジには亜南極域の春～夏季におけるカラヌス類、ヤムシ類およびオキアミ類の大規模な集中的分布が適している」。すなわち、チリマアジも他の外洋表層性ネクトンと同様な回遊を示す。

5.3 南北太平洋の生態的類似種

海洋水産資源開発センターが南北太平洋で同様な流し網漁具により行った調査の主要7種のCPUEを図5-1に示す。シマガツオ属は、北太平洋ではシマガツオ *Brama japonica*、南太平洋ではニシシマガツオ *B. brama* と *B. sp.* (=? *B. australis*) から構成され、両者は近縁と考えられている (Mead, 1972)。アロツナスは南半球固有、ピンナガ、ヨシキリザメ、カツオ、アカイカは全大洋の熱帯から亜極域 (subpolar) に分布する。ただし、ピンナガは東部熱帯太平洋、アカイカは赤道域には分布しない。ネズミザメ属は、北太平洋にネズミザメ *Lamna ditropis*、南太平洋にニシネズミザメ *L. nasus* が分布する。北太平洋に固有で亜寒帯表層域に優占するサケ属 (*Onchorynchus*) は、海洋水産資源開発センターの調査では漁獲が禁じられていたため、記録には出現しなかった。北太平洋の上位7種は、シマガツオ、ピンナガ、ヨシキリザメ、アカイカ、カツオ、ネズミザメ、シイラ属、南太平洋では、アロツナス、ニシシマガツオ、ピンナガ、カツオ、ヨシキリザメ、ニシネズミザメ、アカイカであり、シイラ属は第9位であった。このように、アロツナスを除きほぼ順位も同様であった。

一方、イワシクジラを対象とする捕鯨業が1960年代中期に隆盛したため、亜南極域の2次消費者として、本種の食性研究が比較的早期に行われ、最も重要な餌は亜南極域に分布の中心を持つカイアシ類の1種 *Neocalanus tonsus* と判明した (Kawamura, 1974)。また、*Neocalanus tonsus* は北太平洋亜寒帯域の

Neocalanus plumchrus との生態的対応が注目され、豊富な生物量を有する *N. tonsus* を利用する潜在魚類資源としてはアロツナスの存在が指摘されていた（河村, 1971）。

しかし、アロツナスに先んじて漁業資源として開発されたのはチリマアジで、本種の主要な餌は、カラヌス目のカイアシ類（最重要種は *N. tonsus*）、オキアミ類、端脚類、小型魚類（主にハダカイワシ科）である（Vinogradov et al., 1990）。これらの構成はアロツナスの餌とかなり重複している。なお、チリマアジの北太平洋におけるカウンターパートであるカリフォルニアマアジ（*T. symmetricus*）の最も重要な餌はオキアミ類である（Brodeur et al., 1987）。

第4章で述べたように、ヨシキリザメやニシネスミザメとネズミザメの食性も南北半球で基本的に類似しており、南北太平洋における同種または系統的近縁種は生態的にもカウンターパートといえる。イワシクジラやチリマアジ・カリフォルニアマアジの索餌場が太平洋において両極的に分布すること（Kawamura, 1974, 1980）、北太平洋ではアロツナスの近縁種が分布しておらず、外洋性サバ科魚類にはアロツナスほど動物プランクトン食性に適した種は知られていないことから、北太平洋外洋表層域においてアロツナスと同様な生態的役割を演じるネクトンの存在が興味ある課題となる。

Kawamura (1974, 1980) と Ohman et al. (1989) は、*Neocalanus tonsus*（南大洋固有）と *N. plumchrus*（北太平洋固有）が形態的、生態的および脂質組成の面から類似しており、ともにイワシクジラの重要な餌であることを示した。*Neocalanus tonsus* は季節的垂直回遊を行い、夏季には表層域に主に幼体として濃密に分布し、冬季には中層域で成体となる（Ohman et al., 1989; Vinogradov et al., 1990）。*Neocalanus plumchrus* はカラフトマス（*Oncorhynchus gorbuscha*）、ベニザケ（*O. nerka*）およびシロザケ（*O. keta*）の主要な餌でもある（伊藤, 1964）。

「北太平洋亜寒帯の外洋域はサケの領域である」とPercy (1992) に言わしめたほど、サケ科魚類は亜寒帯表層域において卓越する（Brodeur et al., 1987; Ware and McFarlane, 1989; Percy, 1992）。Allen and Aron (1958)、伊藤

(1964) , Brodeur (1990) およびPercy (1992) によると、サケ属の胃内容物は水域や年により変化するものの、外洋域での食性からサケ属魚類は下記の3群に分けられる：(1)マスノスケ (*O. tshawytscha*) とギンザケ (*O. kisutch*) は狭食性で魚類頭足類食性、(2)ベニザケとカラフトマスは最も小型の餌を好みオキアミ類、端脚類とカイアシ類などのプランクトンに魚類と頭足類が加わる食性、(3)シロザケは上記甲殻類プランクトンおよびジェリー状生物（翼足類とクラゲ）食性。

サケ属の亜寒帯外洋表層域での圧倒的卓越性と、ベニザケ、カラフトマスおよびシロザケの食地位を合わせると、これら3種は南太平洋亜南極表層域の生態系においてアロツナスが演じるのと同様な役割を果たしているものと考えられる。ただし、シロザケはジェリー状生物にも依存する点でやや異なる生態的役割を担うと考えられる。

以上を要約すると、アロツナスは季節的に変動する亜南極外洋表層域のプランクトンの生物量に適応した種であり、北太平洋亜寒帯領域においてはベニザケ、カラフトマスおよびシロザケが本種と同様な生態的地位を占めると結論できる。

一方、南半球固有のサバ科魚類の1属1種であるガストロの産卵場は35° S付近（矢野ほか，1993）と推定されており、アロツナスよりさらに冷水域である可能性が高い。ガストロは魚類イカ類食性であり、サケ属魚類ではギンザケやマスノスケのそれと類似する。このように、亜極域ではサケ属およびサバ科内でそれぞれ生態的対応種が見られたことは興味深い。

サケ科魚類が淡水域に産卵回帰するのとは異なり、アロツナスは亜南極域と亜熱帯域（産卵場）間の季節回遊を行う。マグロ類の中でアロツナスの産卵場は最も低水温域にあり（Sund et al., 1981; ただしガストロ除く）、アロツナスは遠く離れた索餌場からの回帰との関係で産卵場を南偏させたとも考えられる。本種の回遊は緯度約20度に及ぶ壮大なものであるが、この生態的意義は、亜南極表層域の季節的に高い生産を取り込み、亜熱帯域で再生産を行うとともに高位の捕食者に消費される点にある。すなわち、アロツナスは亜南極域と亜熱帯域という異なった生態系の間で生物エネルギーを大量に輸送する種と位置付けられる。

かつて、El-Sayed (1970) は赤道から 35° Sの南太平洋を生物学的には *terra incognita* であると述べた。無論、アロツナスの産卵群は亜熱帯域の1次生産からは予想が困難であったことであろう。アロツナスの産卵場では、流し網漁法を使用してさえ本種が漁獲尾数の99%を占めたことから、混獲問題も少ないと思われる。今後の地球の人口増加に対応した食料需要を考えると、アロツナスは明らかに潜在的資源の一つである。

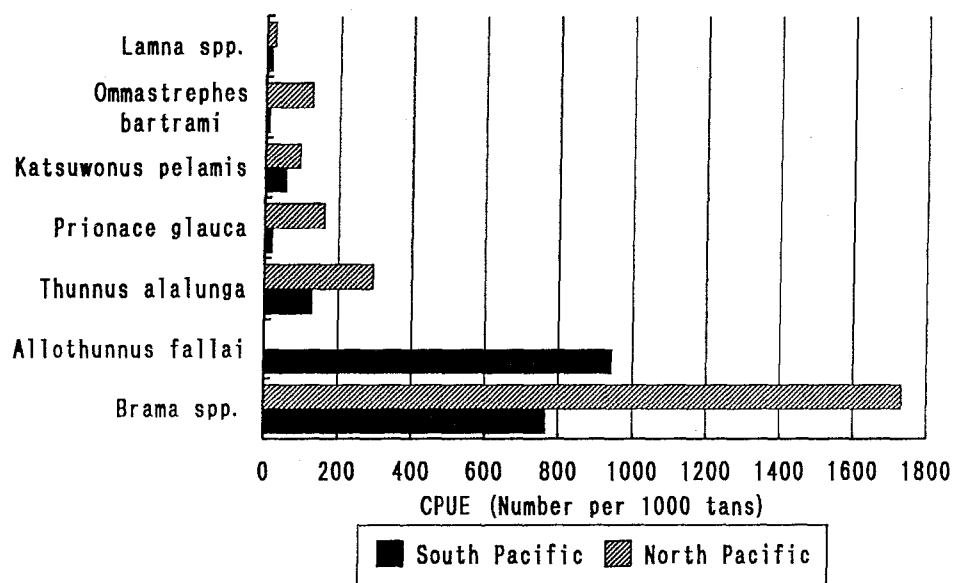


図5-1. 南北太平洋で海洋水産資源開発センターが行なった流し網調査における
主要7種またはグループのCPUEの比較

Fig. 5-1. CPUE of major seven species or groups in the catches of
driftnet survey by JAMARC in the North and South Pacific.

第6章 要約と結論

1. 研究の背景と目的

かつて、南太平洋は基礎生産力が低く「海の砂漠」と考えられていた。その後、動物プランクトン現存量は亜熱帯域では著しく低い、ニュージーランド東岸沖やペルー海流域では南極域にも余り劣らないレベルにあること、亜熱帯前線域では有光層の生産力は南極域に匹敵することなどが明らかとなった。さらに、1970年代から南東太平洋の公海域においてチリマアジが年間100万トン以上に漁獲されるに及び、南太平洋外洋域はもはや「海の砂漠」とは考えられなくなった。

南太平洋産の外洋性魚類の多くが北太平洋にも分布または近縁種を有する中で、サバ科魚類のアロツナスは南半球固有種であり、本種の生態的役割が注目される。

一方、流し網は各種海洋生物を混獲するために批判を招いたが、このことは逆に表層性ネクトン群集構造を知る上で優れた漁具であるといえる。そこで、本研究は流し網の漁獲に基づいて、南太平洋外洋表層域における魚類・頭足類ネクトンの分布、群集構造とその季節変化を明らかにするとともに、アロツナスの生態的特徴の解明を目的として行ったものである。さらに、流し網の漁獲組成と主要種の生態を南北太平洋間で比較し、アロツナスの生態系における役割を論じることとした。

2. 資料

1982～89年の8～4月にタスマン海および南太平洋で海洋水産資源開発センターが行なった1,254回の流し網漁獲記録と海洋観測記録を用いた。使用した流し網の深さは約10m、目合は104～216 mmであった。アロツナスの体長組成は132回の操業（1985～87年，20°～54° S，74°～150° W）で得られた標本、また、本種の生殖腺の状態と胃内容物は2,257尾（尾叉長463～896mm）の標本について調査した。さらに、大型サメ類、メカジキ、クロカジキおよびガストロといった大型捕食者の胃内容物も合計200個体について調査した。

3. 海洋環境および主要種の分布パターン

広域な本調査海域の海洋学的背景を概観するため、透明度、水色、表中層水温を緯度2度・経度10度のブロックに分け2カ月毎に集計した。その結果、透明度、水色、水温の面で、タスマン海（調査期間は10～1月のみ）は南太平洋とは異なった環境と考えられた。南太平洋では低い透明度と緑色系の水色を示したニュージーランドとチリ沿岸を除き、各環境要因が南北に傾斜する場合が多く、東西方向には比較的均一なZonationが見られた。また、南太平洋の東部と西部は透明度と水色においてやや異なった。これらの結果と既往の海洋学的知見から、本調査海域には、亜南極水、西部南太平洋中央水および東部南太平洋中央水が認められた。

海洋観測結果と同様に、標準化した漁獲努力量と単位努力量当たり漁獲尾数（CPUE）を緯度2度・経度10度ブロックに集計し、各魚種の分布を記載した。主要11種は2カ月毎の分布図および月別表面水温別のCPUEと平均体重に基づき、分布の季節変化も検討した。その結果、①タスマン海と西部南太平洋で特に高いCPUEを示す種（ピンナガ、カツオ）、②ニュージーランド周辺とチリ沖合だけに高いCPUEが見られる種（エボシダイ科、ニュージーランドオオハタ属）もあったが、③多くの種は東西に帯状に分布していた。アロツナスの高いCPUEが得られた水温は季節的に特に大きく変化し、ニシネズミザメとアオザメは夏季にやや分布下限水温が低下した。また、ピンナガでは夏季に高いCPUEが見られた。これら4種の分布の季節変化は単に表面水温の季節的昇温に対応するものでなく、積極的に低水温域への分布拡大を意味すると考えらる。

4. 外洋表層性魚類の群集構造

4ヶ所の経度線に沿った水温の鉛直構造と魚種組成の南北変化から、各魚種の分布は亜熱帯前線および亜南極前線を境界とする水塊に良く対応することが示された。亜熱帯前線は緯度数度の幅をもっており、魚種組成の面からも亜熱帯性および亜南極性種の分布が重複する移行帯（遷移帯）と見なされた。このため、亜熱帯前線付近では種多様度（Simpsonの λ^{-1} ）が隣接水塊より高かった。亜熱帯域は

第6章 要約と結論

一般に亜南極域より種多様度が高く、全魚種を込みにしたCPUEは低かった。ただし、夏季の30° S付近ではアロツナスの卓越によりCPUEは高く、種多様度は低かった。亜熱帯海域内では北側ほど全魚種込みのCPUEは低く、21° S以北では特に高い多様度を示した。

緯度4度経度10度ブロック毎に集計した主要種23種のCPUEの非類似度行列に基づき、上記ブロックのクラスター分析を各季節について行った。いずれの季節でも主なクラスターは、40° S付近を東西に連続する帯状部（移行域）とその南北（亜熱帯域、亜南極域）の合計3海域であった。この3海域は、さらに複数の地理区に細分された。また、10～11月だけ調査された20° S以北の熱帯域はそれ以南とは区別された。なお、タスマン海は10～11月は他の南太平洋と区別されたが、12～1月では移行域とは区分されなかった。

種多様度（Simpsonの λ^{-1} およびShannon-Weaverの H' ）は、一般に移行域で最高、次いで亜熱帯域、亜南極域で最低であった。南半球の冬～春季だけに調査した熱帯域は移行域より種多様度が高かった。春季の亜熱帯域はアロツナスの卓越により種多様度は低下した。移行域の一部である沿岸区の種多様度は移行域本区と同様な季節変化を示したが、本区より常に種多様度が高かった。これは、上位種と下位種のCPUE差が比較的小さいことに主に起因していた。

各地理区の種数－CPUE関係から、群集構造は主にアロツナス、ニシシマガツオ、ピンナガおよびカツオの季節的回遊により変化することが明らかとなった。

5. アロツナスの生態

アロツナスの尾叉長範囲は48～89cmで、66cm以下の個体は極めて少なかった。尾叉長組成は雌雄とも単峰型で、雄のモードは71～72cm、雌のモードは74～77cmであった。沿岸域で体長範囲がやや広い他は、体長組成には顕著な海域差や季節差は認められなかった。

生殖腺指数および摂餌状態により、10～11月の亜熱帯域と31° S以北のペルー海流域は産卵場、11～2月の亜南極域と38° S以南のペルー海流域は索餌場と考えられた。アロツナスは主にオキアミ類、イカ類、カイアシ類、ハダカイワシ科の稚

魚および端脚類を摂餌していた。餌料中の優占種はオキアミ類の *Euphausia vallentini*, *E. lucens*, *Thysanoessa gregaria* およびカイアシ類の *Neocalanus tonsus* であった。アカスルメイカ (*Martialia hyadesi*, 44~102 mm ML) は南東太平洋で優占し、ニュウドウイカ属の数種 (*Moroteuthis* spp., 11~80 mm ML) は南太平洋亜南極域中部で普通に見られた。端脚類では *Primno macropa* と *Themisto gaudichaudii* が普通に見られたが、これらの重要性は重量比では相当低かった。アロツナスの成魚はアオザメ、ヨシキリザメ、メカジキおよびクロカジキにより亜熱帯域で捕食されていた。

以上の結果と既往の知見を総合すると、冬季の亜熱帯域で発生した稚仔魚は若魚期には沿岸域で生活し、体長40~60cm程度で外洋域へ分散し、成魚は産卵場と夏季の亜南極域（索餌場）間の回遊を繰り返すと推定された。また、アロツナスは稚魚から成魚まで一貫したプランクトン・小型マイクロネクトン食性である。

6. 考察

外洋性ネクトンの分布は海洋構造に対応しており基本的にプランクトンの分布と同様なパターンを示した。ただし、移行帯に固有の分布パターンはネクトンでは見られない。移行帯付近は、1次生産が高いことも観察されており、高次捕食者にとって特異なハビタットと考えられる。

高緯度域の外洋表層域において生活史を完結するネクトン (holoepipelagic nekton) は見られない。高緯度表層域には、夏~秋季に亜熱帯域、沿岸域または中層域からの一時的進入者が見られる。この現象は、高緯度域において動物プランクトンのバイオマスが夏季に表層、冬季には深層へと季節回遊すること、すなわち、表層域における索餌環境の季節的変動性のためと考えられる。

チリマアジは、アロツナス同様、ニュージーランド~チリにかけての亜熱帯域と亜南極域に分布するプランクトン食性魚であり、その1980年代の年間漁獲量は130~370万トンに達した巨大な資源である。イワシクジラやチリマアジ・カリフォルニアマアジといったプランクトン食性ネクトンの索餌場が太平洋において両極的に分布する。アロツナスを含むこれら4種のプランクトン食性ネクトンの重

要餌種は、カイアシ類の *Neocalanus tonsus* (南大洋固有) と *N. plumchrus* (北太平洋固有) であり、両種は形態的、生態的および脂質組成の面から酷似している。 *Neocalanus plumchrus* はカラフトマス、ベニザケおよびシロザケの主要な餌の一つでもある。これらのサケ科魚類は北太平洋亜寒帯領域の表層における卓越群であり、その食性は動物プランクトンおよび魚類と頭足類である(シロザケはプランクトンとジェリー状生物)。これらにより、カラフトマス、ベニザケおよび恐らくシロザケは、南太平洋亜南極域でアロツナスが演じるのと同様な役割を果たすと考えられる。

7. 結論

アロツナスは南太平洋外洋表層域において最も卓越したネクトンの一員であり、季節的に変動するプランクトンの生産に適応した種である。一方、北太平洋亜寒帯にはカラフトマス、ベニザケといったプランクトン食性の表層性魚類が卓越する。アロツナス同様、南半球固有のサバ科魚類であるガストロは、魚類イカ類食性であり、ギンザケやマスノスケと類似した食性であった。その他の主要種は、南北太平洋で同一種または近縁種が見られ、これらも南北で同様な食性を示す。

従って、南北の亜極域ではサバ科の2種およびサケ属という系統的に異なった群がそれぞれ独立に同様な生態的地位を占めるに至ったと考えられる。生物エネルギーの面からは、アロツナスは亜南極域の季節的に高い生産を亜熱帯域へ輸送し、亜熱帯域で再生産を行うとともに高位の捕食者に消費される種と位置付けられる。それゆえ、南太平洋亜熱帯域は、その基礎生産からは想像できないアロツナス産卵群が冬春季に分布しており、この時期は「海の砂漠」とは考えられない。

謝 辞

はじめに、筆者が1985～87年に新宝洋丸乗船の際、生物学的調査ほかに多くのご協力を頂いた漁労長はじめ乗組員の方々に謝意を表する。また、本報告で使用了流し網漁獲記録と海洋観測記録は、海洋水産資源開発センターが行ったアロツナスおよびシマガツオ新資源開発調査、流し網新漁場開発調査で得られたものである。これら調査に当たられた榎原 誠調査役はじめ海洋水産資源開発センター職員ならびに調査船の乗組員の方々に謝意を表する。

本研究の遂行にあたり、下記の方々に様々なご援助を頂いた。記して感謝する。国立極地研究所の福地光男助教授と谷村 篤助手には、胃内容物とプランクトン標本の査定に当たり、ご指導と実験設備使用の便を図って頂いた。遠洋水産研究所の一井太郎主任研究官と永延幹男室長、三重大学生物資源学部の河村章人教授、北海道大学水産学部の山田 智氏、海洋水産資源開発センターの高橋正憲課長および水土舎の斎藤賜宏氏にはプランクトンの査定に関して有益なご助言および文献の紹介をして頂いた。東京大学海洋研究所の川口弘一教授、東京水産大学の藤田清助教授、千葉県立中央博物館の宮正樹研究員および藍澤正宏研究員には魚類の査定に関してご指導を頂いた。また、国立科学博物館の窪寺恒巳研究官は1985/86年に採集された頭足類標本を査定して下さった。京都大学農学部の中村 泉助教授、中央水産研究所の森 慶一郎部長、東京水産大学の河野 博助手、遠洋水産研究所の中野秀樹主任研究官はサバ科魚類の分類および生態に関する文献や知見をご教示頂いた。海洋水産資源開発センターの黒岩道徳課長および小河道生調査員はチリ沖で漁獲されたアロツナス幼魚の貴重な情報を提供して下さい。National Marine Fisheries Service, Alaska Fisheries Science Center の David A. Somerton 氏にはDIETTESTのコンピュータプログラムを提供して頂いた。National Marine Fisheries Service, Honolulu Laboratory の Mike Seki 氏と東京大学農学部の佐野光彦助手には、第4章につき有益なご指摘を頂いた。東北区水産研究所八戸支所の稲田伊史支所長および東北区水産研究所の渡辺 洋室長には親身の激励を頂いた。

謝 辞

最後に、東京水産大学における博士論文主査として本研究のご指導を頂くとともに論文校閲を賜った東京水産大学魚類学研究室の多紀保彦教授、および副査としてご指導を頂いた東京水産大学の奥谷喬司教授、村野正昭教授、大塚一志教授および藤田 清助教授に感謝致します。

引用文献

- Allen, G.H. and W. Aron. 1958. Food of salmonid fishes of the western North Pacific Ocean. U.S. Fish. Wildl. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish. 237, 11pp.
- Baker, A. de C., B.P. Boden and E. Brinton. 1990. A practical guide to the euphausiids of the world. British Mus. (Nat. Hist.), 96pp.
- Bary, B. McK. 1970. Biogeography and ecology of plankton in the South Pacific. pp. 211-225. in Wooster, W.S. (ed.) Scientific exploration of the South Pacific. Nat. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Bowman, T.E. 1978. Revision of the pelagic amphipod genus *Primno* (Hyperiidæ: Phrosinidae). Smithsonian Contr. Zool., (275): i-iii+1-23.
- Bowman, T.E. and H.-E. Gruner. 1973. The families and genera of hyperiidæ (Crustacea: Amphipoda). Smithsonian Contr. Zool., (146): i-iv+1-64.
- Bradford, J.M. and J.B. Jillett. 1974. A revision of generic definitions in the calanidae (Copepoda, Calanoida). Crustaceana, 27(1): 5-16.
- Brodeur, R.D. 1990. A synthesis of the food habits and feeding ecology of salmonids in marine waters of the North Pacific. (INPFC Document) FRI-UW-9016. Fish. Res. Inst. Univ. Washington, Seattle. 38pp.
- Brodeur, R.D., H.V. Lorz and W.G. Peracy. 1987. Food habits and dietary variability of pelagic nekton off Oregon and Washington, 1979-1984. NOAA Tech. Rep. NMFS, 75: i-iii+1-32.
- Brodeur, R.D. and D.M. Ware. MS. Interdecadal variability in distribution and catch rates of epipelagic nekton in the Northeast Pacific ocean. Can. J. Aquat. Sci.

- Brodskii, K. A. 1972. Phylogeny of the family calanidae (Copepoda) on the basis of a comparative morphological analysis of its characters. pp. 1-127. in Zvereva, Zh. A. (ed.) Geographical and seasonal variability of marine plankton. Exploration of marine fauna XII (XX). Acad. Sci. USSR. Zool. Inst., Leningrad. Translated from Russian by the Israel Program for scientific Translations in 1975.
- Carey, F. G. and B. H. Robinson. 1981. Daily patterns in the activities of swordfish, *Xiphias gladius*, observed by acoustic tellemetry. Fish. Bull., 79: 277-292.
- Collette, B. B. and C. E. Nauen. 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. FAO Fish. Synop., No. 125, Vol. 2, FAO, Rome. vii+137pp.
- Compagno, L. J. V. 1984a. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. FAO Fish. Synop., No. 125, Vol. 4, pt. 1, FAO, Rome. 1-249pp.
- Compagno, L. J. V. 1984b. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. FAO Fish. Synop., No. 125, Vol. 4, pt. 2, FAO, Rome. 251-655pp.
- Cressey, R. F., B. B. Collette and J. L. Russo. 1983. Copepods and scombrid fishes: a study in host-parasite relationships. Fishery Bull., 81(2): 227-265.
- Eastman, J. T. and L. Grande. 1989. Evolution of the Antarctic fish fauna with emphasis on the recent notothenioids. pp. 241-252. in J. A. Crame (ed.) Origins and evolution of the Antarctic biota. Geophysic Soc., Spel. Publ., 47. (not seen, fide Kock, 1992)
- Ekman, S. 1953. Zoogeography of the sea. Sidgwick and Jackson, London. xiv+417 pp.
- Emary, W. J. 1977. Antarctic polar frontal zone from Australia to the Drake Passage. J. Physical Oceanogr., 7: 811-822.

- Elizarov, A. A., A. S. Grechina, B. N. Kotenev and A. N. Kuzestov. 1993.
Peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, in the open waters of the South Pacific. J. Ichthyol., 33: 86-103.
- El-Sayed, S. Z. 1970. Phytoplankton production of the South Pacific and the Pacific sector of the Antarctic. pp. 194-210. in Wooster, W. S. (ed.) Scientific exploration of the South Pacific. Nat. Acad. Sci., Washington, D. C.
- Fitch, J. E. and W. L. Craig. 1964. First records for the bigeye thresher (*Alopias superciliosus*) and slender tuna (*Allothunnus fallai*) from California, with notes on Eastern Pacific scombrid otoliths. California Fish and Game, 50 (3): 195-206.
- Foreman, T. J. 1980. Synopsis of biological data of the albacore tuna, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788), in the Pacific Ocean. pp. 17-70. in Bayliff, W. H. (ed.) Synopsis of biological data on eight species of scombrids. Inter-American Tuna Commission Spec. Rep., (2).
- Foresberg, E. D. 1980. Synopsis of biological data of the skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758), in the Pacific Ocean. pp. 295-360. in Bayliff, W. H. (ed.) Synopsis of biological data on eight species of scombrids. Inter-American Tuna Commission Spec. Rep., (2).
- Frost, B. W. 1983. Interannual variation of zooplankton standing stock in the open Gulf of Alaska. in W. S. Wooster (ed.) From year to year: interannual variability of the environment and fisheries of the Gulf of Alaska and eastern Bering Sea. Washington Sea Grant Pub., Univ. of Washington. (not seen)
- Gon, O. and P. C. Heemstra. (eds.) 1990. Fishes of the southern ocean. J. L. B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, 462pp. 12 pls.

- 畑中隆司. 1989. 昭和63年度流し網新漁場開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和63年度(10), iv+96pp.
- 畑中隆司. 1991. 平成元年度流し網新漁場開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 平成元年度(9), iii+86pp.
- Hofmann, E. E. 1985. The large-scale horizontal structure of the Antarctic Circumpolar Current from FGGE drifters. J. Geophys. Res., 90: 7087-7097.
- 伊藤 準. 1964. 海洋生活期におけるサケ・マス類の餌料と摂餌特性について. 北海道区水産研究所研究報告, 29:85-97.
- Ito, R. Y., D. R. Hawn and B. B. Collette. 1994. First record of the butterfly kingfish *Gasterochisma melampus* (Scombridae) from the North Pacific Ocean. Japanese J. Ichthyol., 40: 482-486.
- 園 稔・白沢寿昭. 1988. 昭和60年度しまがっお新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和60年度(11), iii+120pp.
- 加藤幸雄・待鳥精治. 1980. 昭和53年度しまがっお新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和53年度(16), iv+268pp.
- 加藤幸雄・佐藤敏郎. 1982. 昭和54年度しまがっお新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和54年度(18), iii+133pp.
- 河村章人. 1971. 南極海の海洋生物. 海洋科学, 3: 493-502.
- Kawamura, A. 1974. Food and feeding ecology in the southern sei whale. Sci. Rep. Whale Res. Inst., 26: 25-144.
- Kawamura, A. 1980. A review of balenopterid whales. Sci. Rep. Whale Res. Inst., 32: 155-197.
- 菊池 亨・辻田時美. 1977. 北西部太平洋における主要浮魚類の鉛直分布と海洋構造の比較研究. 北大水産北洋研業績集(特別号): 397-438.
- 木本新作. 1976. 生態学研究法講座14. 動物群集研究法Ⅰ. 多様性と種類組成. 共立出版, 東京, iv+192pp.

- Kirkwood, J.M. 1982. A guide to the euphausiacea of the Southern Ocean. Aust. Natn. Antarctic Res. Exped. Res. Notes, 1: i-vi+1-45.
- Knox, G.A. 1970. Biological oceanography of the South Pacific. pp. 155-182. in Wooster, W.S. (ed.) Scientific exploration of the South Pacific. Nat. Acad. Sci., Washington, D.C.
- Kock, K.-H. 1992. Antarctic fish and fisheries. Cambridge Univ. Press, Cambridge, xv+359pp.
- 河野成実. 1987. 表層魚類群集の食物関係. 水産海洋研究会報, 51(4): 339-343.
- 小谷裕一. 1992. 植食性かいあし類による脂質蓄積の機能的役割. 月刊海洋, 24(2): 121-126.
- 黒瀬尚義. 1989. 昭和62年度あろつなす・しまがっお新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和62年度(11), iii+72pp.
- Leim, A.H. and W.B. Scott. 1966. Fishes of the Atlantic coast of Canada. Fish. Res. Board Canada Bull., (155), Ottawa, vii+485pp.
- Lutjeharms, J.R.E. 1990. The oceanography and fish distribution of the southern ocean. in Gon, O. and P.C. Heemstra (eds.), Fishes of the southern ocean. J.L.B. Smith Inst. Ichthyol., Grahamstown, xviii+462 pp. 12 pls.
- Lutjeharms, J.R.E. and H.R. Valentine. 1984. Southern Ocean thermal fronts south of Africa. Deep-Sea Res., 31: 1461-1475.
- Magnusson, J.J. and J.G. Heitz. 1971. Gill raker apparatus and food selectivity among mackerels, tunas, and dolphins. Fish. Bull., 69: 361-370.
- 槇原 誠. 1985. 昭和57年度あろつなす新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和57年度(15), iii+73pp.
- 槇原 誠・佐藤敏郎. 1983. 昭和55年度しまがっお新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和55年度(16), iii+187pp.

- 楨原 誠・飯塚光江. 1983. 昭和56年度しまがっお新資源開発調査報告書.
海洋水産資源開発センター報告書, 昭和56年度(14), iii+128pp.
- McGowan, J. A. 1974. The nature of oceanic ecosystems. pp. 9-28. in
C. B. Miller (ed.) The biology of the oceanic Pacific. Oregon State
Univ. Press, Corvallis.
- McGowan, J. A. 1986. The biogeography of pelagic ecosystems. in A. C.
Pierrot-Bluts et al., (eds.), Pelagic biogeography. UNESCO Tech.
Pap. Mar. Sci., 49: 191-200.
- Mead, G. W. 1972. Bramidae. Dana Rept., (81): 1-166.
- 三船弘昭. 1990. 昭和63年度あろつなす・しまがっお新資源開発調査報告書.
海洋水産資源開発センター報告書, 昭和63年度(11), iii+89pp.
- 三船弘昭. 1991. 平成元年度あろつなす・しまがっお新資源開発調査報告書.
海洋水産資源開発センター報告書, 平成元年度(12), iv+157pp.
- 三島清吉. 1981. 夏期亜熱帯性生物の亜寒帯海洋前線の乗り越えについて.
北大水産北洋研業績集(特別号): 61-71.
- 水戸啓一・菅原 敬・田中満人. 1985. 昭和57年度しまがっお新資源開発
調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和57年度(12),
iii+114pp.
- Morishita, M. 1959. Measuring of interspecific association and
similarity between communities. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.,
ser. E. (Biol.), 3: 65-80.
- Mori, K. 1967. Record of occurrence and some notes on young slender-
tuna (*Allothunnus fallai* Serventy) from the stomachs of longline
tunas and marlins in the South Pacific Ocean. Rep. Nankai Reg. Fish.
Res. Lab., (25): 113-120.
- 森 慶一郎. 1972. ホソカツオ, *Allothunnus fallai*, 幼魚の西部太平洋赤道海
域および大西洋南西アフリカ沖からの出現記録. 魚類学雑誌, 19: 29-31.

- Nakamura I. 1985. FAO species catalogue. Vol. 5. Billfishes of the world. FAO Fish. Synop., (125) Vol. 5: 65 pp.
- Nakamura, I. and K. Mori. 1966. Morphological study of the slender tuna, *Allothunnus fallai* Serventy obtained from the Tasman Sea. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., (23): 67-83.
- Nakamura, Y. 1993. Vertical and horizontal movements of mature females of *Ommastrephes bartramii* observed by ultrasonic telemetry. in Okutani, T., R.K. O'Dor and T. Kubodera (eds.) Recent advances in fisheries biology. Tokai Univ. Press, Tokyo, xv+752pp.
- 中村好和. 1994. イカ類の野外行動観察の手法—特にバイオテレメトリーを中心に. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告(平成4年度): 109-117.
- 中野秀樹・楨原 誠・島崎健二. 1985. 北太平洋中緯度海域におけるヨシキリザメの分布と生物学的特性. 北海道大学水産学部研究彙報, 36(3): 99-113.
- 梨本勝昭. 1979. 刺網の漁獲選択性. pp. 65-81. in 日本水産学会(編) 漁具の漁獲選択性, 水産学シリーズ28, 恒星社厚生閣, 東京.
- Nelson, J.S. 1984. Fishes of the world. 2nd ed. John Wiley and Sons, New York, xv+523pp.
- Odum, E.P. 1950. Bird populations of the highlands (North Carolina) plateau in relation to plant succession and avian invasion. Ecol., 31: 687-605. (木元(1976)より)
- Ogi, H. 1984. Feeding ecology of the shearwater in the western subarctic North Pacific Ocean. in D.N. Nettleship, G.A. Sanger, G.A. Springer and P.F. Springer (eds.) Marine birds: their feeding ecology and commercial fisheries relationship.
- Ohman, M.K., J.M. Bradford and J.B. Jillett. 1989. Seasonal growth and lipid storage of the circumglobal, subantarctic copepod, *Neocalanus tonsus* (Brady). Deep-sea Res., 36: 1309-1326.

- Olsen, A.M. 1962. *Allothunnus fallai* Serventy - a new record for Australian waters. Pap. Proc. Roy. Soc. Tasmania, 96: 95-96.
- Owre, H.B. and M. Foyo. 1967. Copepods of the Florida Current. Fauna Caribea. Number 1. Crustacea, Part 1: Copepoda, University of Florida, Florida. 137pp.
- Parin, N.V. 1967. 表層性魚類 (第1部) in 阿部宗明ほか訳, 太平洋の魚類, ラティス, 東京, viii+236 pp.
- Parin, N.V. 1968. Ichthyofauna of the epipelagic zone. Translated from Russian. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. IDST Catalogue No. 5528, 210 pp.
- Parin, N.V. 1984. Oceanic ichthyogeography: and attempt to review the distribution and origin of pelagic and bottom fishes outside continental shelves and neritic zones. Arch. FishWiss., 35(1): 5-41.
- Pavlov, Y.P. 1991. *Brama australis* Valenciennes - a valid species of sea bream (bramidae) from the southeastern Pacific Ocean. J. Ichthyol., 31: 6-9.
- Pearcy, W.G. 1992. Ocean ecology of North Pacific salmonids. Univ. Washington Press., Seattle, x+179pp.
- Reid, J.L. 1962. On the circulation, phosphate-phosphorus content and zooplankton volumes in the upper part of the Pacific Ocean. Limnol. Oceanogr., 7: 287-306.
- Reid, J.L., E. Brinton, A. Fleminger, E.L. Venrick and J. A. McGowan. 1976. Ocean circulation and marine life. in Charnock, H. and G. Deacon (eds.), Advances in Oceanography, Plenum Press, N.Y., viii+356pp.
- Roberts, P.E. 1975. Juvenile slender tuna from New Zealand. N.Z. J. Mar. Freshw. Res., 9(1): 105-108.

- Roper, C. F. E., M. J. Sweeney and C. E. Nauen. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. FAO Fish. Synop., (125) Vol. 3, FAO, Rome, 277 pp.
- SAS. 1988. SAS/STAT user's guide, release 6.03 edition. Cary, NC. SAS Institute Inc., 1028 pp.
- 佐々木成二・山本昭一・島崎健二. 1981. シマガツオ (*Brama japonica* Hilgendorf) の生態学的研究II. 亜寒帯海域における南北分布の一例. 北海道大学水産学部彙報, 32: 225-233.
- 佐谷守郎. 1989. 昭和62年度流し網新漁場開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和62年度(10), iii+135pp.
- 沢田石 城. 1988. 昭和61年度しまがつか新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和61年度(11), v+95pp.
- Schneppenheim, R. and R. Weigmann-Haass. 1986. Morphological and electrophoretic studies of the genus *Themisto* (Amphipoda: Hyperiidae) from the Southern and North Atlantic. Polar. Biol., 6: 215-225.
- Sciarotta, T. C. and D. R. Nelson. 1977. Diel behaviour of the blue shark, *Prionace glauca*, near Santa Catalina Island, Calif. Fish. Bull., 75: 519-528.
- 島崎健二. 1992. 北太平洋亜寒帯境界周辺海域における表層性魚類の分布. 北太平洋漁業国際委員会研報, (47): 158-167.
- 島崎健二・中村 悟. 1981. シマガツオ (*Brama japonica* Hilgendorf) の生態学的研究I. 季節移動とその生態的意義. 北海道大学水産学部北洋研究施設業績集, 特別号: 91-103.
- Smith, S. L. and S. B. Schnack-Scheil. 1990. Polar zooplankton. pp. 527-598, in W. O. Smith, Jr. (ed.) Polar oceanography, Academic Press, San Diego.

- Somerton, D. A. 1991. Detecting differences in fish diets. Fish. Bull., 89: 167-169.
- Strasburg, D. W. 1958. Distribution, abundance, and habitats of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. Fish. Bull., 58: 335-361.
- Sund, P. N., M. Blackburn and R. Williams. 1981. Tunas and their environment in the Pacific Ocean: a Review. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 16: 443-512.
- 菅原 敬. 1986. 昭和59度あろつなす新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和59年度(13), iii+101pp.
- Sverdrup, H. U., M. W. Johnson and R. H. Fleming. 1947. The Oceans: their physics, chemistry and general biology. Prentice-Hall Inc., New Jersey, xi+1087 pp.
- Sweeney, M. L., C. F. E. Roper, K. M. Mangold, M. R. Clarke and S. V. Boletzkey. (eds.) 1992. "Larval" and juvenile cephalopods: a manual for their identification. Smithsonian Contr. Zool., (513): i-viii+1-282.
- 高橋正憲・西岡 忍. 1986. 昭和58年度しまがっお新資源開発調査報告書. 洋水産資源開発センター報告書, 昭和58年度(12), iii+ 110pp.
- 高橋正憲・大久保裕人. 1987. 昭和59年度しまがっお新資源開発調査報告書. 洋水産資源開発センター報告書, 昭和59年度(11), iii+83pp.
- 田中 彰. 1980. 北太平洋北西海域におけるネズミザメ *Lamna ditropis* の生物調査. pp. 59-84. 昭和54年度さめ新資源開発調査報告書, 海洋水産資源開発センター.
- 谷口 旭. 1981. 北太平洋亜寒帯前線海域における低次生物生産の特徴と漁場環境. 北大水産北洋研業績集(特別号): 61-71.
- 徳佐克博. 1986. 昭和58年度あろつなす新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和58年度(14), iii+98pp.
- 内橋 潔. 1970. Slender tuna (*Allothunnus fallai* Serventy) の脳髓形態からみた行動について. 遠洋水産研究所ニュース, (4): 2-4.

- Uozumi, Y., E.C. Forch and T. Okazaki. 1991. Distribution and morphological characteristics of immature *Martialia hyadesi* (Cephalopoda: Oegopsida) in New Zealand waters. N.Z. Mar. Freshw. Res., 25: 275-282.
- van Soest, R.W.M. 1979. North-south diversity. in S. van der Speol and A.C. Pierrot-Brults (eds.) Zoogeography and diversity of plankton, Bunge, Utrecht: 103-111. (not seen, after van der Speol and Heyman, 1983)
- van der Speol, S. and R.P. Heyman. 1983. A comparative atlas of zooplankton. Springer-Verlag, Berlin, iv+186pp.
- Vinogradov, M.E. 1968. Vertical distribution of the oceanic zooplankton. Acad. Sci. USSR, Moskwa. Translated into English by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, in 1970, vii+339pp.
- Vinogradov, M.E., E.A. Shushkina and S.A. Evseyenko. 1990. Plankton biomass and potential stocks of the Peruvian jack mackerel in the Southeastern Pacific Subantarctic zone. J. Ichthyol., 30: 146-152.
- 藁科郁生・久田幸一. 1972. まぐろはえなわで漁獲された *Gasterochisma melampus* Richardsonおよび*Allothunnus fallai* Serventyの分布, 体長組成について. 遠洋水産研究所研究報告, 6: 51-75.
- 渡辺久也・行縄繁理・中沢すみ子・上柳昭治. 1966. *Allothunnus fallai* Serventy と推定される仔稚魚について. 南西海区水産研究所研究報告, 23: 85-94.
- Ware, D.M. and G.A. McFarlane. 1989. Fisheries production domains in the Northeast Pacific Ocean. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 108: 1060-1066.
- Webb, B.F. and D.C. Wolfe. 1974. Commercial catches of slender tuna in Tasmanian waters. Australian Fisheries, 1974(8): 6.

- Wolfe, D.C. and B.F. Webb. 1975. Slender tuna (*Allothunnus fallai* Serventy): first record of bulk catches, Tasmania, 1974. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 26: 213-212.
- 矢野和成・大野昭憲・沢田石 城・佐谷守郎. 1993. 南太平洋におけるガストロの生殖について. 平成5年度日本水産学会春季大会講演要旨集: 111.
- 谷津明彦. 1987. 昭和60年度あろつなす新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和60年度(13), iv+84pp.
- 谷津明彦. 1988. 昭和61年度あろつなす新資源開発調査報告書. 海洋水産資源開発センター報告書, 昭和61年度(13), iv+108pp.
- Yatsu, A. 1990. Bramidae. in K. Amaoka et al. (eds.), Fishes collected by the R/V Shinkai Maru around New Zealand. Japan Marine Fisheries Resources Research Center, Tokyo, 410pp.
- 谷津明彦. 1992. 北太平洋における釣り調査によるアカイカの分布(1976-1983年). 遠洋水産研究所研究報告, (29): 13-37.
- Yatsu, A., M. Dahlberg and S. McKinnell. in press. Effect of soaking time on catch-per-unit-effort of major species taken in the Japanese squid driftnet fishery. Fish. Res.
- 谷津明彦・中野秀樹. in press. 外洋表層性魚類の分布パターン. 漁業資源研究協議会.
- Yatsu, A. H. Shimada and M. Murata. 1993. Distribution of epipelagic fishes, squids, marine mammals seabirds and sea turtles in the central North Pacific. INPFC Bull., (53): 111-146.
- Yatsu, A. and Y. Watanabe. 1987. Mesh selectivity of gill nets for slender tuna *Allothunnus fallai* Serventy (Scombridae). Nippon Suisan Gakkaishi, 53(6): 947-952.

付表 1. 各操業地点別のアロツナス胃内容における魚類の出現記録
Appendix-Table 1. Occurrences of fishes in the stomachs of
slender tuna at each driftnet operation.

1985/1986		11	15	32	36	37	38	40	44	45	46	48	49	50	52	57	58	60	61	62	63
Serial Net No.																					
Allothunnus No.																					
Paralepididae																					
<i>Lestidium</i> sp.										1											
<i>Paralepis</i> sp.												1									
Myctophidae								5			27	29	2								
Myctophidae ?															13	5	5	2			5
Anoplogasteridae																					
<i>Anoplogaster cornuta</i>	1																				
Gempylidae						1											1	1			
Unidentified Fish		+	2	1		1	++			2						1	1			2	1

1986/1987		11	28	33	34	35	38	39	41	42	42	43	44	45	46	47	48	50	58	59	62	63	65	67	69	70	71	72	SL Range (mm)
Serial Net No.																													
Allothunnus No.			2								14																		
Bathylagidae				2															3										57
Paralepididae												10																	1 42-132
Paralepididae ?											3																		
<i>Arctozenus risso</i>											1																		270
Anoptoteridae ?												1																	170-200
Myctophidae				43			30						++	6	41	5		++			3	6		2		2	40		ca. 20-52
Myctophidae ?																35			5				2	3					
Carangidae																													
<i>Trachurus</i> sp.			3																										115-125
Gempylidae																							2	2					95-110
Unidentified Fish			1				1	1	1	1	5	14			4	1	25			3	7						1		

付表 2. 各操業地点別のアロツナス胃内容におけるイカ類の出現記録
Appendix-Table 2. Occurrences of squids in the stomachs of
slender tuna at each driftnet operation.

1985/1986

Serial Net No.	32	37	38	44	45	46	48	50	52	57	58	61	62	63	ML/GL range (mm)
Allothunnus No.															
Ommastrephidae						1	5								9-25
Todarodinae															
<i>Martialia hyadesi</i>															
Onychoteuthidae									3						
<i>Moroteuthis ingens</i>	1	2		2	1	1				3					16-77
<i>Moroteuthis sp. A</i>		1	4				2								11-26
<i>Moroteuthis sp. B</i>					2	2						7	5		8-43
Gonatidae															
Brachioteuthidae															
<i>Brachioteuthis picta</i>												1	2		22-29
Cranchiidae															
<i>Teuthowenia pellucida</i>						2									16-32
Unidentified Cephalopoda	2	3	5	3				6	1	4					

1986/1987

Serial Net No.	33	34	35	37	38	39	40	42	42	43	44	45	46	47	48	50	53	55	57	58	59	60	62	65	66	67	69	70	71	73	ML Range	
Allothunnus No.								14						2			19															(mm)
Ommastrephidae										1										1	2	5						2	1		20-63	
Todarodinae				1	7	2	2			2						1							1								23-76	
<i>Martialia hyadesi</i>			3	3	3	6	1				2		3	6						1							3				44-102	
Onychoteuthidae	1									2		4					1											3	1		10-30	
<i>Moroteuthis sp.</i>								1																						1		92-95
Gonatidae													1	1		9								6	7						18-35	
Cranchiidae	3				1			5	1	4									2												>6	
Unidentified Teuthoidea	5		1			1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	42		9	2			1	18	<28	

Appendix-Table 3. Occurrences of euphausiids in the stomachs of

1985/1986

	11	15	32	36	37	38	39	40	44	45	46	48	52	57	58	60	61	62	63
Serial Net No.																			
Allothunnus No.							++	12								7			
<i>Euphausia vallentini</i>									9		14								
<i>E. lucens</i>																			
<i>E. spp.</i>							2					++							2
<i>Thysanoessa gregaria</i>						++				6	11	2	1	3	12				5
<i>T. spp.</i>				14		7													9
<i>Nematoscelis megalops</i>			10	1							2			8					
<i>N. spp.</i>																			
<i>Stylocheiron maximum</i>										1	1	6				1	13		
<i>S. spp.</i>									7	9	1	3							
Unidentified Euphausiidae	2	1	9	14				1				7			10		2	6	

1986/1987

19007/19001	33	36	39	40	41	42	42	43	44	45	46	47	48	50	52	53	53	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	
Serial Net No.																																					
Allothunnus No.							14										1	19	8																	2, 8	
<i>Euphausia valentini</i>											1													+	++	++	++	++	++	++	+						
<i>E. lucens</i>							+	++	3	2																1					+						
<i>E. similis</i> var. <i>armata</i>																++	21																			2	
<i>E. longirostris</i>	2																																				
<i>E. spp.</i>																												++									
<i>Thysanoessa gregaria</i>									5	+	++											++	2	++					9	++	++	++	++	++	+		
<i>T. spp.</i>	++	++		6	9	1	30				21														6												
<i>Nematoscelis megalops</i>																		15																		46	
<i>N. spp.</i>																	25		58																		
<i>Stylocheiron maximum</i>		8	1		3	7	7	18			6									6				3									1	5		20	
<i>S. spp.</i>																																					
Unidentified Euphausiidae	++	1		++	++		3						1	1	+			12	20	12		17									+	+	++	+		+	

付表 4. 各操業地点別のアロツナス胃内容における端脚類の出現記録
Appendix-Table 4. Occurrences of amphipods in the stomachs of
slender tuna at each driftnet operation.

1985/1986

Serial Net No.	11	36	37	38	39	40	44	45	48	52	57	61	62	63
Allothunnus No.														
Lanceolidae														
<i>Lanceola</i> spp.				4		2								
Hyperiididae														
<i>Themisto gaudicahudii</i>					6	16	9	2	4	10	5	7	2	3
Phronimidae														
<i>Phronima</i> spp.	++		2	1			1	2	2		4			
Phrosinidae														
<i>Primo macropa</i>			1	16	18	6	3	10	4	18	6	3	6	1
Lycaeidae														1
<i>Brachyscelus</i> ?			2						4		2	1	1	

1986/1987

Serial Net No.	27	28	39	40	41	42	42	43	44	45	46	50	55	56	57	58	59	60	61	62	63	65	66	67	68	69	70	71
Allothunnus No.	7, 17						14						19	8														
Lanceolidae																												
<i>Lanceola</i> spp. larvae									2																	1		
Hyperiididae																		2										
<i>Themisto gaudicahudii</i>				1	4				5	1	1	++			1				28	++	1	7	1			5	3	5
Phronimidae																												
<i>Phronima</i> spp.	6			3	1				4	1			1															
Phrosinidae																												
<i>Phrosina</i> spp.	4	5																										
<i>Primo macropa</i>			40	3	10	7	1	8	33	+	2			3	6	48	5		1	7	2			8	2	7	46	10
Unidentified Amphipoda	+														1													

付表5. 各操業地点別のアロツナス胃内容におけるカイカン類とその他の出現記録
Appendix-Table 5. Occurrences of copepods and miscellaneous diets in
the stomachs of slender tuna at each driftnet operation.

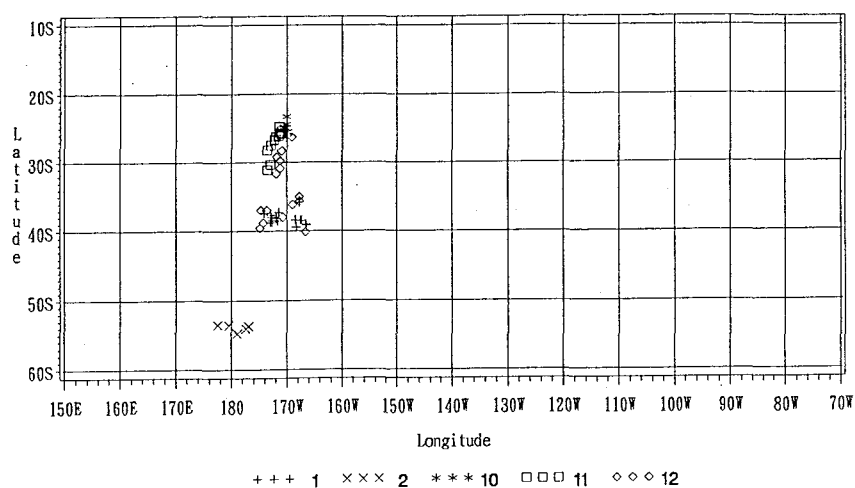
1985/1986

Serial Net No.	11	13	32	38	39	45	46	48	49	50	52	60	61	63
Aliothunnus No.														
Copepoda							1							
<i>Noocalanus tonsus CV</i>		++		++	+		+			+	++	++		
<i>Noocalanus tonsus F</i>				++	+		+			+	++			
<i>Euchirella rostrata</i>														6
<i>Pleuromamma sp.</i>	2													
<i>Euchaeta sp.</i>											1			
Unidentified Crustacea	+													
Chaetognatha								3						
Thaliacea	+				1		1							
Heteropoda	1													
Bird's feather												1		
Unidentified	+		1				+							

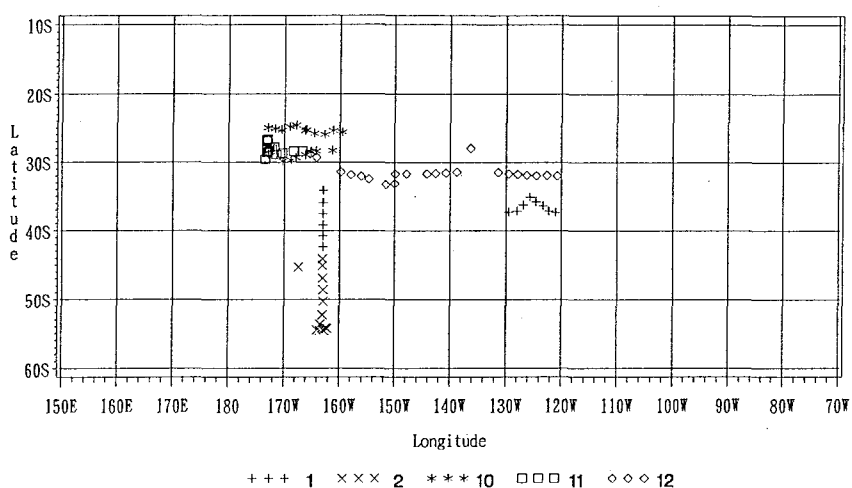
1986/1987

Serial Net No.	25	27	28	36	37	38	39	40	42	44	46	47	50	52	53	56	59	60	62	66	67	69	70	71
Aliothunnus No.	7, 17															4								
Copepoda					+																			
<i>Noocalanus tonsus CV</i>						++	++							++		+	+	++	++				++	+
<i>Noocalanus tonsus F</i>				+		++	++		+		+	+					+	++	++					
<i>Euchirella rostrata</i>									2						8									
Decapoda larvae																								
Unidentified Crustacea															2									
Chaetognatha												+							++	3	+	+	++	
Thaliacea		9						3																
Unidentified	1		1						+	2														1

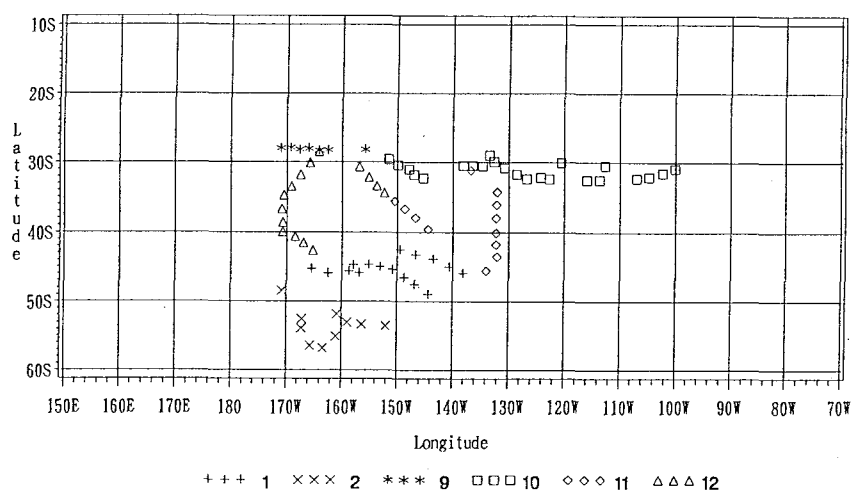
JAMARC Driftnet Surveys In South Pacific - Allothunnus 82



JAMARC Driftnet Surveys In South Pacific - Allothunnus 83



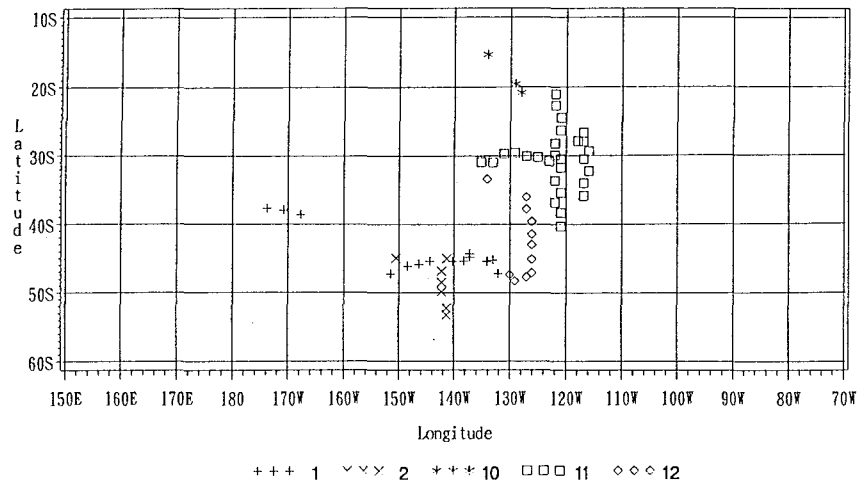
JAMARC Driftnet Surveys In South Pacific - Allothunnus 84



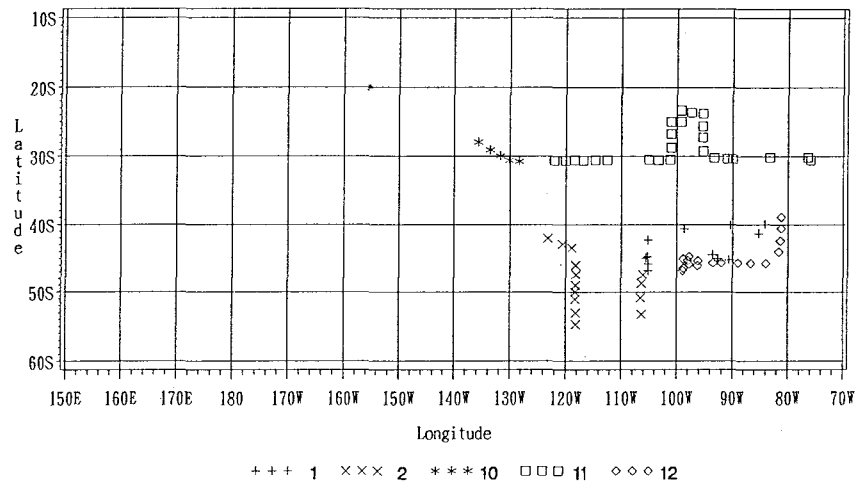
付図1. 調査別年月別の操業位置

Appendix-Fig.1. Locations of fishing operations by type of survey and by year/month.

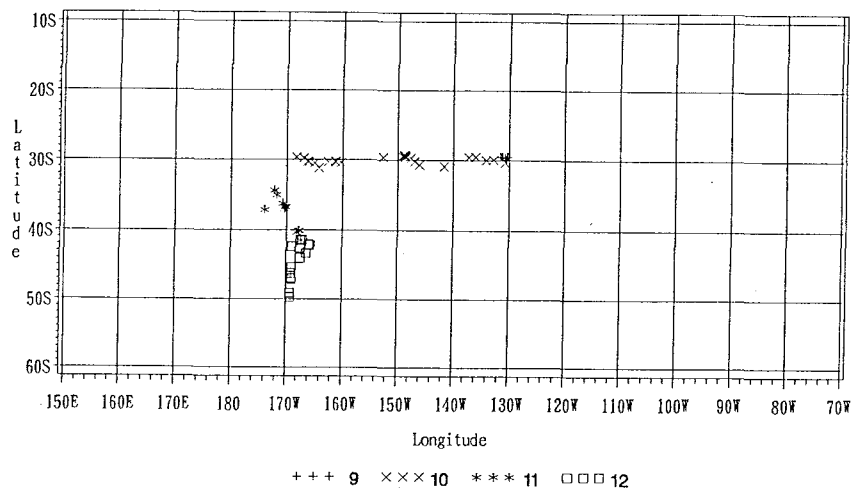
JAMARC Driftnet Surveys In South Pacific – Allothunnus 85



JAMARC Driftnet Surveys In South Pacific – Allothunnus 86



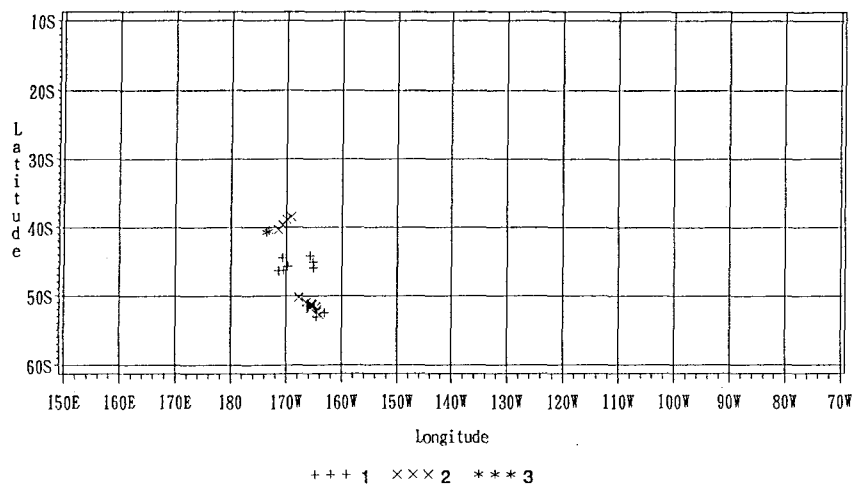
JAMARC Driftnet Surveys In South Pacific – Allothunnus 87



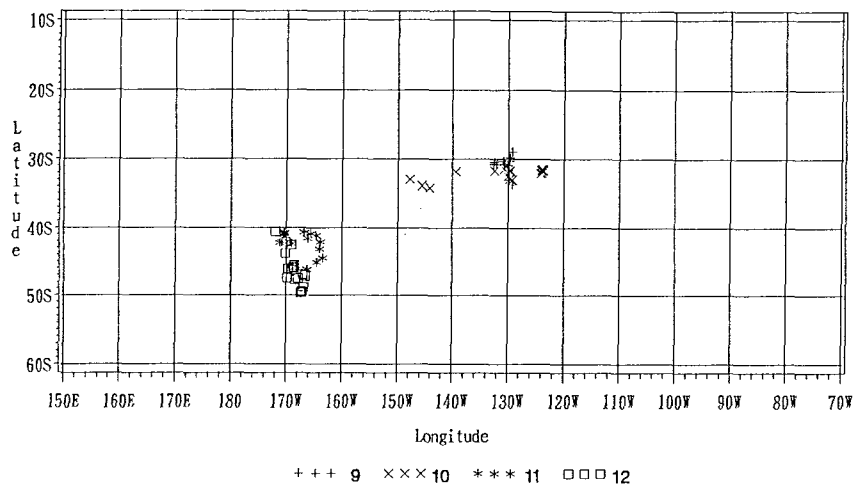
付図1. つづき

Appendix-Fig. 1. Continued.

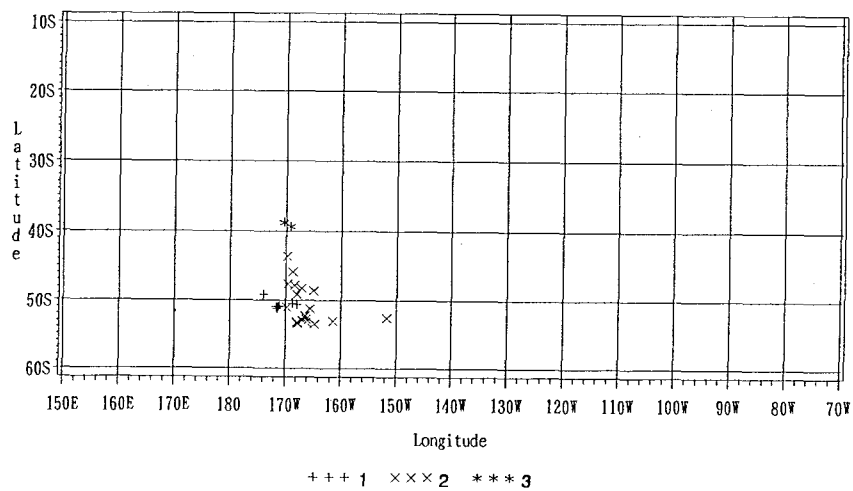
JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific - Allothunnus 87



JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific - Allothunnus 88



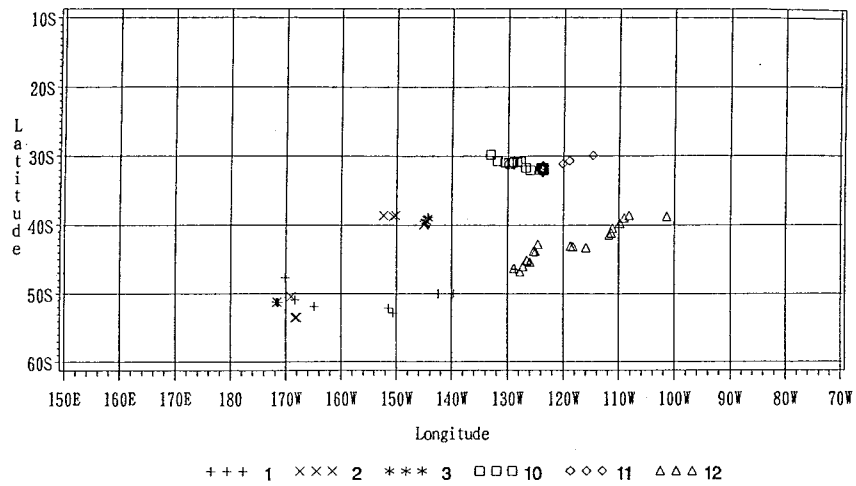
JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific - Allothunnus 88



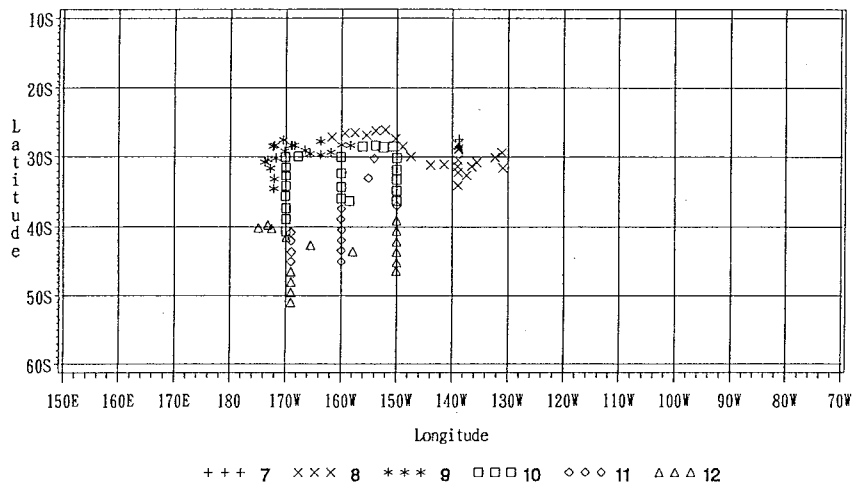
付図1. つづき

Appendix-Fig.1. Continued.

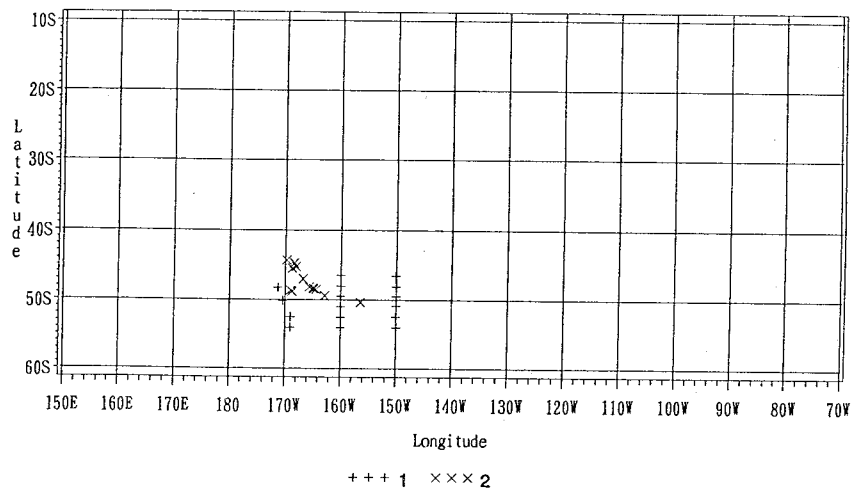
JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific – Allothunnus 89



JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific – Pomfret 84



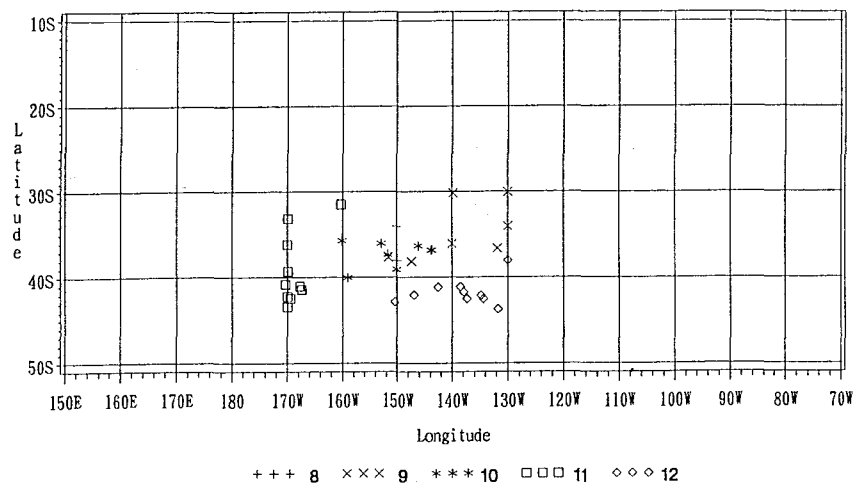
JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific – Pomfret 84



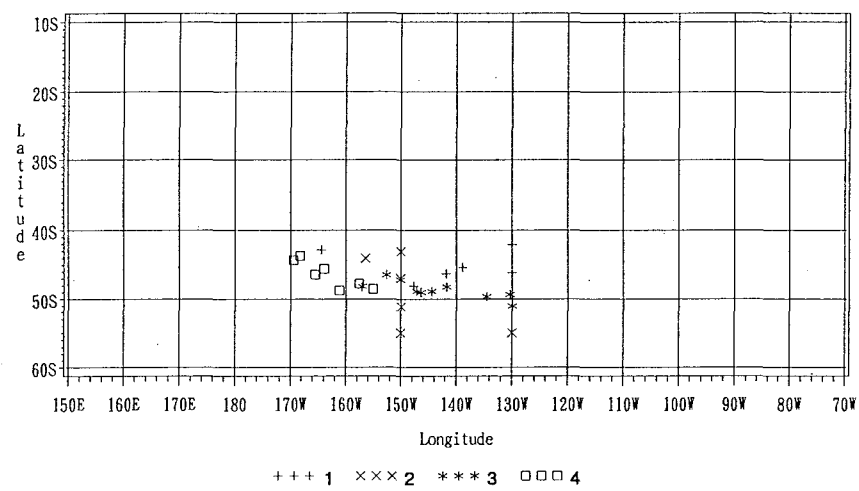
付図1. つづき

Appendix-Fig.1. Continued.

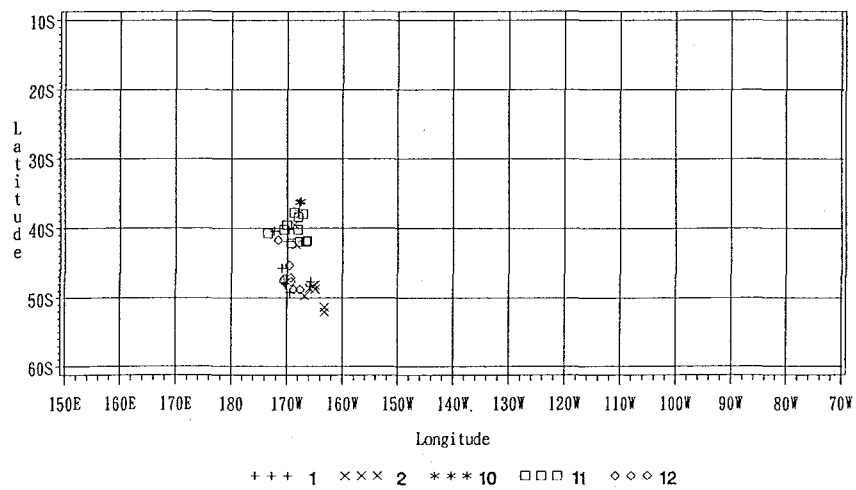
JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific -- Pomfret 85



JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific -- Pomfret 85



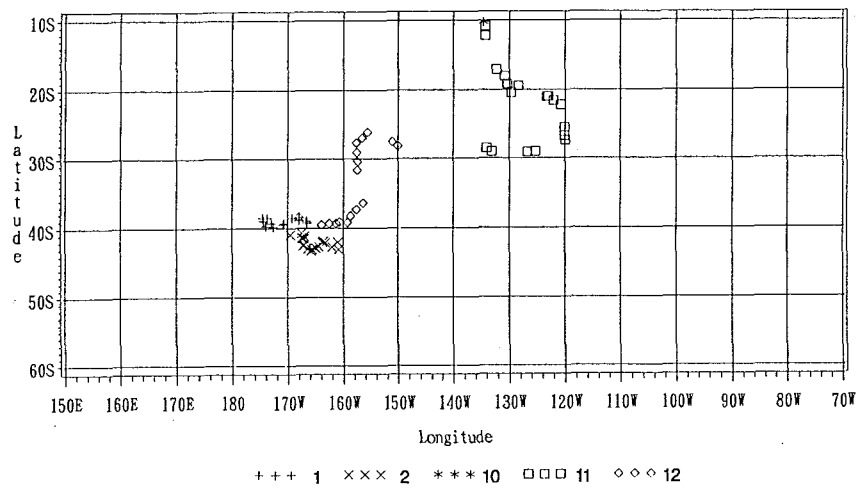
JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific -- Pomfret 86



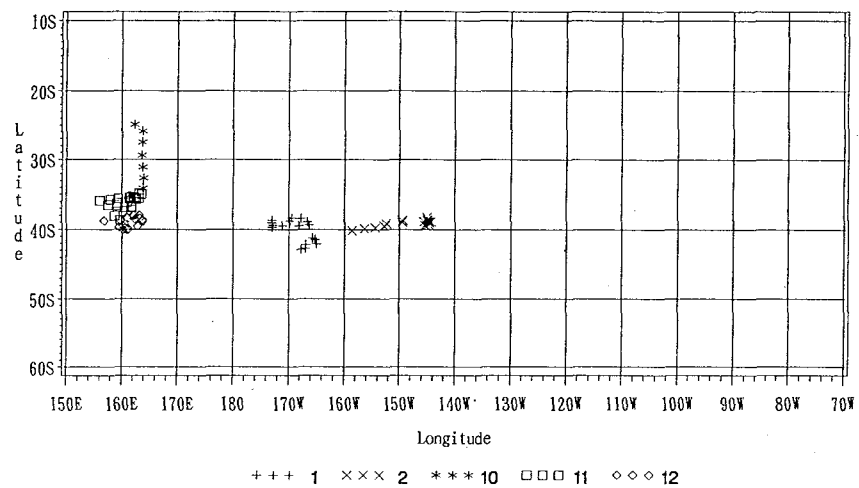
付図1. つづき

Appendix-Fig. 1. Continued.

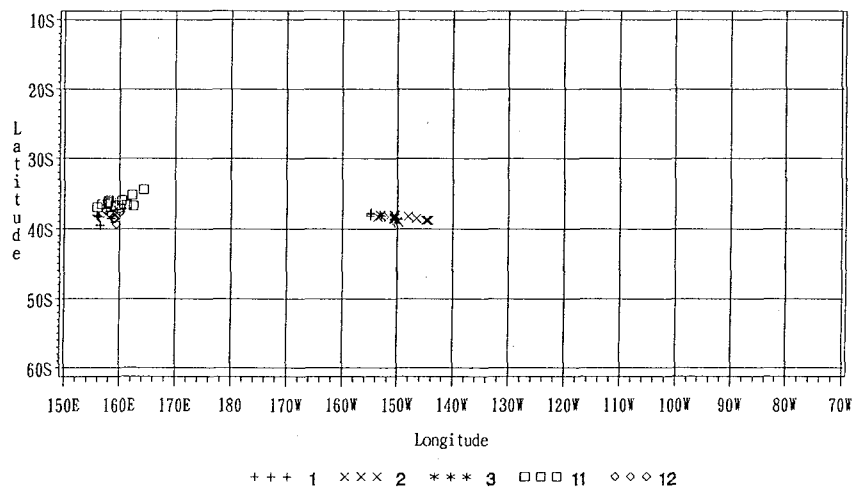
JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific - Gillnet 87



JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific - Gillnet 88

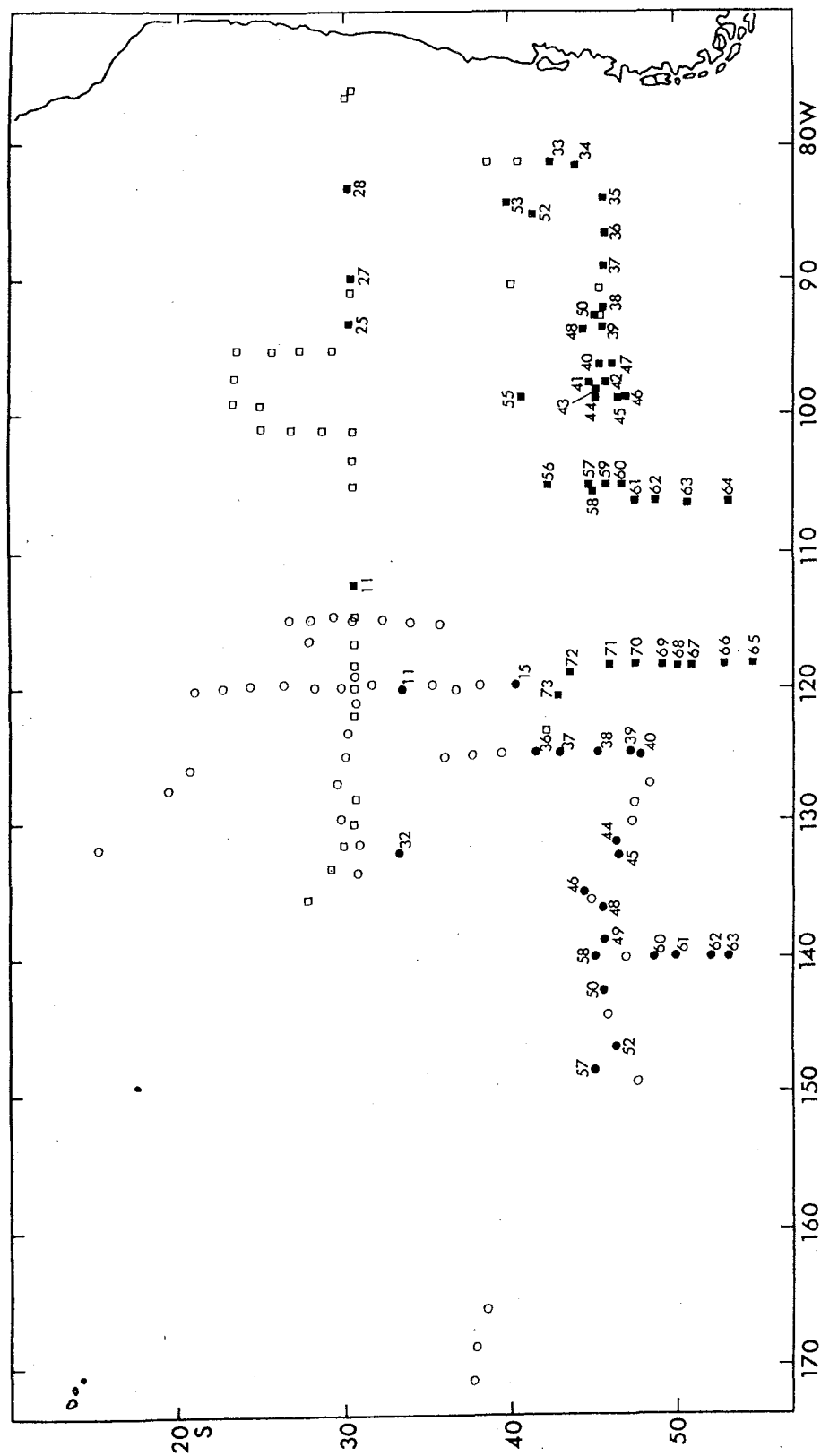


JAMARC Driftnet Surveys in South Pacific - Gillnet 89



付図1. つづき

Appendix-Fig.1. Continued.



付図2. 1985/86年 (●) と1986/87年 (▲) に採集し日本に持ち帰ったアロツナスの
胃内容物採集地点 各地点の数字は操業番号

Appendix-Fig. 2. Collection localities of stomach content subsamples
of slender tuna in 1985/86 (●) and 1986/87 (▲).

Figure next to each locality denotes driftnet operation number.